Chemische Briefe

von

Justus Liebig.

Dritte umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Heidelberg.
Akademische Verlagshandlung von C. F. Winter.

1851.

Druck von H. L. Brönner in Frankfurt am Main.

An

Herrn Dumas,

Mitglied der Akademie der Wissenschaften ꝛc. ꝛc. in Paris.

Mein lieber Dumas!

Ein eigenthümliches Geschick lenkte in der Wissenschaft, der wir unser Leben gewidmet haben, unsere Kräfte seit länger als einem Vierteljahrhundert einerlei Richtung zu. Wenn auch die Wege nach dem gemeinschaftlichen Ziele nicht immer die nämlichen waren, in der Nähe des Ziels trafen wir uns stets wieder und reichten uns die Hände.

Nicht das Vaterland allein, die ganze wissenschaftliche Welt anerkennt den Umfang, die Tiefe und Wichtigkeit Ihrer Arbeiten und Entdeckungen, aber Niemand kennt besser als ich die Schwierigkeiten, die Ihr Genius zu überwinden hatte, um zu den unschätzbaren Resultaten zu gelangen, welche zum großen Theil die Grundlage unserer neueren Wissenschaft ausmachen; im Kampfe mit den Hindernissen sind Sie nie in die Arena herabgestiegen, ohne sie als Sieger zu verlassen.

Gestatten Sie mir als einen Ausdruck der hohen Achtung und Anerkennung der Dienste, welche Sie der Wissenschaft und der Welt geleistet haben, Ihnen dieses kleine Werk zu widmen, in dem ich den Versuch gewagt habe, die Lehren, an welchen Sie so großen Antheil haben, in den Fortschritten und wichtigsten Anwendungen der Chemie, einem größeren Kreise bekannt und zugänglich zu machen. Ich werde Ihren Beifall als den größten Lohn ansehen, der mir werden könnte.

Gießen, im Juni 1851.

Liebig.

Vorrede zur dritten Auflage.

Die Bearbeitung einer neuen Auflage meiner chemischen Briefe veranlaßte mich, einige Briefe über den Ursprung und die Entwickelung der Chemie hinzuzufügen; ich habe für diesen Zweck vorzüglich das treffliche Werk von H. Kopp „Geschichte der Chemie, 4 Bände. Braunschweig 1843," die „Geschichte der Medizin" von Kurt Sprengel und Dr. Carriere's Werk „die philosophische Weltanschauung der Reformationszeit, Stuttgart 1847, benutzt. Für den zwanzigsten Brief hat mir das Werk des Herrn Chevreul: Considérations générales sur l'analyse organique. Paris, 1824, wesentliche Dienste geleistet. Im Ganzen enthält die neue Auflage sieben Briefe mehr wie die früheren, und ihr Umfang ist dadurch auf das Doppelte gestiegen. Die Briefe sieben- und achtundzwanzig ent-

halten die Umrisse meiner in den letzten sechs Jahren fortgesetzten Untersuchungen in dem Gebiete der Thierchemie und Physiologie. Die angeführten Analysen sind, bis auf wenige, unter meinen Augen durch einige geschickte junge Chemiker, die Herrn Dr. Verdeil aus Lausanne, Porter, Dr. Breed und Johnson aus Newyork, Zedeler aus Kopenhagen, Lehmann aus Dresden, Dr. Keller aus Würzburg, Dr. Griepenkerl jetzt Prof. in Göttingen, Dr. Stölzel in Heidelberg, Stammer aus Luxemburg, Dr. Henneberg, Buchner und Kekulé aus Darmstadt, H. Arzbächer, und meine beiden Assistenten Dr. Strecker und Dr. Fleitmann ausgeführt worden, denen ich hiermit meinen Dank für die mir geleistete Hülfe ausdrücke.

Der Verfasser.

Vorrede zur ersten Auflage.

Ohne die verborgenen Fäden zu kennen, an welche sich die dem Leben und der Wissenschaft zugewachsenen Erwerbungen knüpfen, dürfte es auch dem aufmerksamsten Beobachter nicht gelingen, zum Verständniß der gegenwärtigen Zeit in ihrer materiellen und intellectuellen Gestaltung zu gelangen. Dem gebildeten Menschen ist diese Kenntniß ein Bedürfniß, insofern sie die erste und wichtigste Bedingung der Entwickelung und Vervollkommnung seines geistigen Lebens in sich schließt; für ihn ist das Bewußtwerden der Ursachen und Kräfte, die so vielen und reichen Erfolgen zu Grunde liegen, an sich schon Gewinn, weil durch das Geschehene das Bestehende erst klar und das Auge für das Zukünftige empfänglich gemacht wird. Mit ihrer Bekanntschaft nimmt er an der Bewegung Theil, es verliert sich durch sie das

anscheinend Zufällige und Räthselhafte der gewonnenen Resultate von selbst, und in dem natürlichsten, nothwendigsten Zusammenhange erscheinen ihm die neuen und gesteigerten Geistesrichtungen der Zeit. Indem er Besitz von den ihm gebotenen geistigen Gütern nimmt, erwächst ihm der Vortheil, sie nach seinem Willen und Vermögen zu seinem Nutzen zu verwenden, zur Vermehrung dieser Reichthümer beizutragen, ihre Segnungen zu verbreiten und fruchtbringend für Andere zu machen.

Von diesem Gesichtspunkte aus sind die chemischen Briefe verfaßt; sie haben den Zweck, die Aufmerksamkeit der gebildeten Welt auf den Zustand und die Bedeutung der Chemie, auf die Aufgaben, mit deren Lösung sich die Chemiker beschäftigen, und den Antheil zu lenken, den diese Wissenschaft an den Fortschritten der Industrie, Mechanik, Physik, Agricultur und Physiologie genommen hat.

Diese Briefe sind, im Sinne des Wortes, für die gebildete Welt geschrieben, welche vor der Erörterung der wichtigsten und schwierigsten Fragen in der Wissenschaft, insofern sie einflußreich für den weiteren Fortschritt und die Anwendungen sind, nicht zurückzuschrecken ge-

wohnt ist, für eine Klasse von Lesern, die an einer sogenannten populären Form der Darstellung, womit man gewöhnlich das Herabziehen in das Gemeine und in das platte Verständlichmachen bezeichnet, kein Gefallen finden kann. Die Naturforschung hat das Eigene, daß alle ihre Resultate dem gesunden Menschenverstande des Laien ebenso klar, einleuchtend und verständlich sind wie dem Gelehrten, daß der Letztere vor dem Andern nichts voraus hat, als die Kenntniß der Mittel und Wege, durch welche sie erworben worden sind; diese sind aber für die nützlichen Anwendungen in den meisten Fällen völlig gleichgültig.

Die von mir in der Darstellung gewählte Form bedarf, wie ich glaube, keiner weiteren Entschuldigung; ich glaubte sie mir selbst und der Zeitschrift schuldig zu sein, in welcher diese Briefe zuerst erschienen sind.

Jeder, der mit einiger Aufmerksamkeit sich über die deutschen Zustände unterrichtet, muß erkennen, daß die in Augsburg erscheinende Allgemeine Zeitung durch ihre Verbreitung, durch den Umfang und die Mannigfaltigkeit ihrer Richtungen, durch die Tiefe und Gründlichkeit ihrer Mittheilungen aus allen Fächern des Wissens, so wie durch den richtigen Geschmack und den feinen Ge-

fühlssinn der Männer, denen ihre Leitung anvertraut ist, für die Bedürfnisse der Gegenwart, zu einem Organ der Culturgeschichte in ihren politischen socialen und wissenschaftlichen Beziehungen sich erhoben hat, und es erklärt sich hieraus von selbst, warum ich einer wiederholten dringenden Aufforderung des Besitzers dieser Zeitung gerne entsprach und den Versuch unternahm, der Chemie in einem weiteren Kreise der Gesellschaft Zutritt zu verschaffen.

Gießen, im Juli 1844.

Inhaltsverzeichniß.

Erster Brief. Seite

Gegenstand. Einfluß der Naturwissenschaften auf Handel und Industrie. Folgen der Entdeckung des Sauerstoffs. Forschungsweisen der Astronomen und Physiker. Chemische Analyse. Angewandte Chemie. Einfluß der Chemie auf die Erforschung der Lebenserscheinungen . 1

Zweiter Brief.

Falsche Anschauungsweise der Naturerscheinungen bei den Alten. Richtige Naturerkenntniß, Vermittlerin des Christenthums. Betrachtungen über die Wunder der Natur. Naturerkenntniß, Quelle der Gotteserkenntniß . . 28

Dritter Brief.

Geschichte der Chemie. Ursprung der neueren Chemie. Hauptzweck der ersten chemischen Forschungen. Erstes Zeitalter: Alchemie. Stein der Weisen. Ursachen des Glaubens an Metallverwandlung. Angaben über wirklich gelungene Goldmacherei. Nutzen der Alchemie durch Anregung zu Forschungen. Gegenwärtige Ansichten über demnächst mögliche wichtige Entdeckungen. Zweites Zeitalter: Phlogistische Chemie. Ordnen der Thatsachen durch Zusammenstellen des Aehnlichen. Drittes Zeitalter: Antiphlogistische Chemie; Bestimmung der Vorgänge nach Maaß und Gewicht. 34

Vierter Brief. Seite

Falsche Richtung der Gelehrten des Mittelalters; Einfluß der Kirche darauf. Fortschritt durch wichtige Entdeckungen auf der Erde und an dem Himmel, die Buchdruckerkunst und richtigere Naturerkenntniß.

Aristoteles Ansichten über den Ursprung und die Eigenschaften der Körper; die vier Elemente.

Galen's System der Heilkunde. Ansichten desselben über die Wirksamkeit der Heilmittel; Beziehung derselben zum Stein der Weisen. Annahme dreier neuen Elemente, Schwefel, Mercurius, Salz. Aenderung der ursprünglichen Bedeutung dieser Worte. Alchemistische Bezeichnungen für irdische Vorgänge. Heilkraft des Steins der Weisen. Aenderungen in der Medicin durch Einführung chemischer Präparate.

Paracelsus. Aehnlichkeit der Ansichten heutiger Aerzte mit denen von Galen und Paracelsus 71

Fünfter Brief.

Chemische Kräfte, Verwandtschaft. Chemische Verbindungen. Eintheilung der Elemente. Metalle und Metalloide. Wirkung der Wärme auf die chemischen Verbindungen. Aufhebung der Cohäsion. Lösung, mächtigstes Mittel der Analyse 108

Sechster Brief.

Maß und Gewicht der sich verbindenden Elemente, ein Hauptgegenstand der Betrachtung der Chemiker. Chemische Proportionen. Chemische Zeichen. Mischungsgewichte — Aequivalente. Aequivalent eines Metalloxyds. Aequivalent einer Säure. Chemische Formeln 119

Siebenter Brief.

Ursache der chemischen Proportionen. Atomistische Theorie 132

Achter Brief. Seite

Weitere Betrachtungen über die Atome. Gestalt der Atome. Krystallform. Durcheinander-Krystallisiren der Salze. Ursache davon, gleiche Kryf.allform oder gleiche atomistische Constitution. Isomorphie. Specifisches Gewicht. Atomvolum 143

Neunter Brief.

Chemische Apparate. Materialien, aus welchen sie zusammengesetzt werden: Glas — Kautschuk — Kork — Platin. Die Wage. Die Elemente der Alten. Lavoisier und seine Nachfolger. Studium der Elemente der Erde. Synthetische Erzeugung von Mineralien — Lasurstein. Organische Chemie 163

Zehnter Brief.

Formveränderungen, welche die Materie erleidet. Verwandlung der Gase in Flüssigkeiten und feste Körper. Kohlensäure. Ihre Eigenschaften im festen Zustande. Condensation der Gase durch poröse Körper — durch Platinschwamm. Wichtigkeit dieser Eigenschaft in der Natur . 169

Eilfter Brief.

Fabrication der Soda aus Kochsalz. Ihre Wichtigkeit für Handel und Gewerbe. Glas. Seife. Schwefelsäure. Raffinirung des Silbers. Bleichen. Schwefelhandel . . 187

Zwölfter Brief.

Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis. Anwendung des Magnetismus als bewegende Kraft. Verhältniß zwischen Kohle und Zink als Kraftquellen. Die Runkelrübenzuckerfabrication ist unpolitisch. Leuchtgas . . . 202

Dreizehnter Brief. Seite

Isomerie oder Gleichheit der Zusammensetzung bei Körpern von verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften. Krystallisation. Amorphismus. Isomorphismus oder Gleichheit der Form bei Körpern von verschiedener Zusammensetzung 217

Vierzehnter Brief.

Einfluß mechanischer Kräfte auf Bildung und Zersetzung chemischer Verbindungen. Wirkung der Wärme auf die Affinität. Complicirte Zusammensetzung der organischen Verbindungen im Vergleich mit den Mineralsubstanzen. Ursache der leichteren Zersetzbarkeit der ersteren. Wärme, bedingende Ursache der Form der unorganischen Verbindungen. Wärme, Licht, besonders aber Lebenskraft, bedingende Ursachen von Form und Eigenschaften der organischen Verbindungen 226

Fünfzehnter Brief.

Entstehung der organischen Stoffe aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, unter Abscheidung von Sauerstoff. Paarung zweier organischen Verbindungen. Umsetzung der organischen Stoffe, sobald sie der Lebenskraft entzogen sind. Erster Anstoß durch die Wirkung des Sauerstoffs. Uebertragung der eingetretenen Bewegung. Gährung, Fäulniß. Ferment. Aenderung der Gährungsproducte mit der Temperatur, durch die Gegenwart anderer Stoffe. Fuselöl. Ursache des Geruchs und Geschmackes der Weine; Oenanthäther 240

Sechszehnter Brief.

Eigenschaften des thierischen und vegetabilischen Käses. Verhalten des Pflanzenkäses gegen Salicin — Saligenin. Verhalten desselben gegen Amygdalin — Bildung von Blausäure und Bittermandelöl. Wirkung des Pflanzenkäses auf Senfsamen — Erzeugung des flüchtigen Senf-

Seite

öles. Aehnlich dem Pflanzenkäse wirkt der Kleber und die thierische Haut, Lab. Käsebereitung. Eigenschaft der Gährungserreger, besonders der Magenhaut, gekochtes Fleisch, Eiweiß ꝛc. zu verflüssigen 265

Siebenzehnter Brief.

Verwesung, ein Verbrennungsproceß. Rasenbleiche, eine technische Anwendung des Verwesungsprocesses. Bier- und Weinfabrikation. Essigbildung 285

Achtzehnter Brief.

Einwirkung der Siedehitze auf die in Fäulniß und Gährung befindlichen Körper. Gay-Lüssac's Methode der Aufbewahrung organischer Körper. Uebertragung des Zustandes der Zersetzung auf Theile des lebenden Thierkörpers 305

Neunzehnter Brief.

Ansichten über die Ursachen der Gährung und Fäulniß. Die Form der Hefe. In Folge ihrer Zersetzung tritt Zerfallen des Zuckers ein. Mikroscopische Thiere sind nicht die Ursache der Fäulniß. Beschleunigung der Verwesung durch Thiere. Sauerstoffentwickelung aus Wasser, welches Thiere enthält. Zerstörung schädlich wirkender Stoffe dadurch. Kiesel- und Kalkinfusorien. Sogenannte Parasitentheorie; Krätze und Muskardine. Contagiöse Krankheiten. Unterschiede der unorganischen Stoffe von den organischen 316

Zwanzigster Brief.

Verhältniß der Chemie zur Physiologie. Unterschied der chemischen und der physiologischen Bezeichnungsweise von Dingen. Harn, Galle, Blut. Die im Organismus thätigen Kräfte. Wirkungen von Naturkräften, welche wir noch nicht erklären können. Krystallisationserscheinungen bei Glaubersalz. Verdichtung von Joddämpfen auf Zeichnungen 343

Einundzwanzigster Brief. Seite

Weg zur Ermittelung der Naturgesetze. Beziehungen zwischen der Siedetemperatur und dem Luftdruck, und der Zusammensetzung der Flüssigkeiten. Beziehung zwischen der specifischen Wärme und dem Mischungsgewicht der Stoffe. Welche Aufgaben kann die Anatomie, welche die Chemie für die Physiologie lösen? Bedeutung der chemischen Formeln 366

Zweiundzwanzigster Brief.

Nahrungsmittel. Wirkung des Sauerstoffs der Luft auf den thierischen Organismus. Wovon ist die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs abhängig? . . 387

Dreiundzwanzigster Brief.

Thierische Wärme. Verlust und Ersatz derselben. Einfluß des Klima's. Quellen der thierischen Wärme. Wirkung des Sauerstoffs auf Hungernde; in Krankheiten. Zusammenwirken der Secretionsorgane und der Respirationsorgane 396

Vierundzwanzigster Brief.

Respiration. Kreislauf des Blutes. Zusammentreffen des Sauerstoffs mit Blut in der Lunge. Farbenveränderung des Blutes. Zusammensetzung der eingeathmeten und der ausgeathmeten Luft. Chemische Veränbederungen des Blutes beim Athmen. Einfluß des Sauerstoffgehalts und des Kohlensäuregehalts der Luft auf die Respiration. Tod in durch Respiration veränderter Luft. Abhülfe dagegen. Abnahme des Volums der Luft bei der Respiration. Berechnung der durch die Respiration entwickelten Wärme 412

Fünfundzwanzigster Brief.

Nahrungsmittel. Albumin, Grundlage derselben. Fleischfaser, Casein. Aehnlichkeit gewisser Pflanzenstoffe mit diesen Thierstoffen, Kleber, Legumin, Pflanzenalbu-

Seite

min, hinsichtlich der Zusammensetzung und der Eigenschaften. Identität ihrer Zersetzungsproducte. Plastische Nahrungsmittel 438

Sechsundzwanzigster Brief.

Stickstofffreie Bestandtheile der Nahrung. Milchzucker, Traubenzucker, Rohrzucker, Stärkmehl, Dextrin. Wirkung des Speichels auf Stärkmehl. Fette. Instinktgesetz. Tabellen über das Verhältniß der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrungsmittel. Wirkung der Nahrungsmittel im Organismus. Bedeutung der plastischen Bestandtheile der Nahrung. Unfähigkeit derselben den Athmungsproceß zu erhalten. Bedeutung der stickstofffreien Bestandtheile der Nahrung. Respirationsmittel. Wirkung des Sauerstoffs auf dieselben. Fettbildung. Respirationswerth verschiedener Stoffe 456

Siebenundzwanzigster Brief.

Einfluß der Salze auf den Ernährungsproceß. Bestandtheile der Asche des Blutes, verglichen mit der Asche der Nahrungsmittel. Einfluß der alkalischen Beschaffenheit des Blutes. Bedeutung der Phosphorsäure für den Lebensproceß. Gleichheit der Wirkungsweise des phosphorsauren Alkali's und des kohlensauren Alkali's. Abhängigkeit der unorganischen Bestandtheile des Blutes von denen der Nahrung. Uebergang der unorganischen Bestandtheile des Blutes in den Harn und die Faeces. Saurer und alkalischer Harn. Verbrennlichkeit der organischen Säuren bedingt durch den Alkaligehalt des Blutes. Auftreten der Harnsäure im Harn. Phosphorsäure im Harn oder in den Faeces. Kochsalzgehalt des Blutes. Wirkung des Kochsalzes auf gelöste stickstoffhaltige Körper, auf Harnstoff und Zucker. Nutzen des Zusatzes von Kochsalz zum Futter. Verhalten der Membranen gegen Salzwasser 459

Achtundzwanzigster Brief. Seite

Bestandtheile des Fleisches. Fleischfibrin. Fleischalbumin. Fleischextract. Zubereitung des Fleisches, Kochen und Braten desselben. Bestandtheile der Fleischbrühe; Kreatin, Kreatinin, Inosit, Milchsäure. Hoher Werth der Fleischbrühe. Darstellung von Fleischextract. Aschenbestandtheile des Fleisches und der Fleischbrühe. Gesalzenes Fleisch. Unterschiede in den unorganischen Bestandtheilen verschiedener Fleischsorten. Eisengehalt des Fleisches und Blutes. Fischfleisch. Vergleichung der Zusammensetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Thierkörpers. Verwandlung der einen in die anderen. Getreide, Mehl und Brod. Ersatzmittel von Brod in Hungersnoth. Kleber, Obertaig, Kleie. Wirkung der Speisen auf die körperlichen und geistigen Functionen der Menschen. Wein, Branntwein, Thee, Kaffee, Bestandtheile derselben. Ersatz der Pflanzennahrung durch Fleischnahrung. Bedürfnisse des Menschen. Vergleichung des menschlichen und staatlichen Organismus 545

Neunundzwanzigster Brief.

Ursprung der Bestandtheile der Pflanzen, Meerespflanzen. Landpflanzen. Wichtigkeit der unorganischen Bestandtheile des Bodens. Bestandtheile der Atmosphäre. Aufgabe der Ackerbaukunst. Einfluß des Mangels und des Ueberflußes an löslichen Bodenbestandtheilen auf die Pflanzen. (Note: Bemerkungen zu Hrn. Pusey's Aufsatz über die neueren Fortschritte der landwirthschaftlichen Kenntnisse) 629

Dreißigster Brief.

Die Landwirthschaft als Kunst und Wissenschaft. Einfluß der Bearbeitung des Bodens. Wirkungen der Zeit. Vergrößerung der Oberfläche 649

Einunddreißigster Brief. Seite

Wirkungsweise der Brache. Anwendung des Kalks. Wirkung des Brennens. Mergeldüngung 657

Zweiunddreißigster Brief.

Natur und Wirkungsweise des Düngers. Zerstörung der vegetabilischen Materien. Excremente. Werth der Excremente verschiedener Thiere als Dünger. Erfahrungen des Verfassers über die Wirkung des Mineraldüngers 666

Dreiunddreißigster Brief.

Quelle des Kohlenstoffs und des Stickstoffs der Pflanzen. Der Kohlenstoffertrag von Wäldern und Wiesen, denen nur mineralische Stoffe zugeführt werden, beweist seine Abstammung aus der Atmosphäre. Beziehung zwischen den Bodenbestandtheilen, dem Kohlenstoff und dem Stickstoff. Wirkung der Kohlensäure und des Ammoniaks im Dünger. Nothwendigkeit der unorganischen Substanzen zur Erzeugung der Blutbestandtheile. Nothwendigkeit analytischer Untersuchungen zur Hebung des Ackerbaues . 680

Anhang 706

Verbesserungen.

Seite 41 Z. 9 v. unten anstatt Bassare lies Bassora.
= 42 = 5 = oben = Blumen l. Bäumen.
= 50 = 5 = = = Ferdinandis l. Ferdinandi.
= 62 = 5 = unten = Lebens l. Leben.
= 77 = 8 = = = Guttenberg l. Gutenberg.
= 79 = 6 = = = Gallilät l. Galilei.
= 79 = 6 = unten = wo l. in dem.
= 82 = 12 = oben = ἐῖδος l. εἶδος.
= 82 = 9 = unten = το ποιῦν l. τό ποιοῖν.
= 83 = 10 = oben = tastbare l. Tastbare.
= 93 = 3 = unten = eigenthümlichen l. eigentlichen.
= 149 = 10 = oben = dunkelgrüne l. violetrothe.
= 175 = 7 = = polytechnischen l. pharmazeutischen.
= 189 die Zeilen 3, 4, 5, 6 u. 7 v. unten sind zu streichen.
= 196 in der Zeile 7 v. unten zu streichen die Worte: den Saigerungsprozeß und durch.
= 222 Z. 9 v. unten anst. amorphem l. feinkrystallisirten.
= 521 = 6 = oben einzuschalten sich.
= 522 = 3 = = anstatt versetzt l. ersetzt.
= 528 = 2 = = nach Bittererde l. enthalten.
= 540 = 11 = = anst. Kochsalze l. Kochsalz.
= 543 = 11 = unten Note anst. Südens l. Sudan's.
= 544 = 2 = oben anstatt Manding l. Mandingo.
= 548 = 11 = = = an l. in.
= 557 = 8 = unten Note statt Terace l. Terrace.
= 578 = 3 = = Text anst. 10 l. 12 Sauerstoff.
= 642 = 4 = = anst. faulem Harn l. kohlensaures Ammoniak.
= 642 = 1 = = nach Wien l. — aus dem Destillate von gefaultem Harn.

Erster Brief.

In den Schriften der neueren Zeit ist so viel und so häufig von Chemie die Rede, daß eine bestimmtere Andeutung ihres Einflusses auf Gewerbe und Industrie, ihrer Beziehungen zur Agricultur, Physiologie und Medizin, vielleicht keine ganz undankbare Aufgabe genannt werden dürfte.

Möchte es mir in diesem ersten Briefe gelingen, die Ueberzeugung zu befestigen, daß die Chemie als selbstständige Wissenschaft eines der mächtigsten Mittel zu einer höheren Geistescultur darbietet, daß ihr Studium nützlich ist, nicht nur insofern sie die materiellen Interessen der Menschen fördert, sondern weil sie Einsicht gewährt in die Wunder der Schöpfung, welche uns unmittelbar umgeben, an die unser Dasein, Bestehen und unsere Entwickelung auf's engste geknüpft sind.

Die Fragen nach den Ursachen der Naturerscheinungen, nach den Veränderungen von Allem, was uns täglich umgibt, ist dem regen menschlichen Geiste so ange-

messen, daß die Wissenschaften, welche befriedigende Antworten auf diese Fragen geben, mehr wie alle andern, Einfluß auf die Cultur des Geistes ausüben.

Die Chemie, als Theil der Wissenschaft der Naturforschung, ist auf's engste verwandt mit der Physik, diese letztere steht in genauer Verbindung mit Astronomie und Mathematik. Die Grundlage eines jeden Zweiges der Naturwissenschaft ist die einfache Naturbeobachtung, nur ganz allmälig haben sich die Erfahrungen zur Wissenschaft gestaltet.

Die Beziehungen des Lichtes zur Erde, der Ortswechsel der Gestirne, der Wechsel von Tag und Nacht, die Jahreszeiten haben zur Astronomie geführt.

In demselben Grade, als der menschliche Geist an Einsicht zunimmt, die ihm von irgend einer Seite aus zufließt, stärken und erheben sich alle seine Fähigkeiten nach allen andern Richtungen hin; die genaue Bekanntschaft mit dem Zusammenhang gewisser Erscheinungen, die Erwerbung einer neuen Wahrheit ist ein dem Menschen zugewachsener neuer Sinn, der ihn jetzt befähigt, zahllose andere Erscheinungen wahrzunehmen und zu erkennen, die einem Andern unsichtbar und verborgen bleiben, wie sie es früher ihm selbst waren.

Mit der Astronomie entstand die Physik, bei einem gewissen Grad ihrer Ausbildung zeugte sie die wissenschaftliche Chemie, aus der organischen Chemie werden

sich die Gesetze des Lebens, es wird sich die Physiologie entwickeln.

Sie dürfen aber nicht vergessen, daß man die Dauer des Jahres bestimmte, den Wechsel der Jahreszeiten erklärte, Mondsfinsternisse berechnete, ohne die Gesetze der Schwere zu kennen; man hat Mühlen gebaut und Pumpen gehabt und den Druck der Luft nicht gekannt; man hat Glas und Porzellan gemacht, man hat gefärbt und Metalle geschieden, Alles durch bloße Experimentirkunst, ohne also durch richtige wissenschaftliche Grundsätze geleitet zu sein. So ist die Geometrie in ihrer Grundlage eine Erfahrungswissenschaft, die meisten Lehrsätze derselben waren durch Erfahrung gefunden, ehe ihre Wahrheit durch Vernunftschlüsse bewiesen wurde. Daß das Quadrat der Hypothenuse gleich sei dem Quadrate der beiden Catheten, war eine Erfahrung, eine Entdeckung; würde sonst der Entdecker, als er den Beweis fand, eine Hekatombe geopfert haben?

Wie ganz anders stellen sich jetzt aber die Entdeckungen des Naturforschers dar, seitdem der geistige Hauch einer wahren Philosophie, nennen wir sie Physik, Chemie, Mathematik, oder wie wir sonst wollen, ihn dahin geführt hat, die Erscheinungen zu studiren, um zu Schlüssen auf ihre Ursachen und Gesetze zu gelangen.

Von einem einzelnen erhabenen Genius, von Newton, ist mehr Licht ausgegangen, als ein Jahrtausend

vor ihm hervorzubringen vermochte. Die richtige Ansicht von der Bewegung der Himmelskörper, des Falls der Körper, ist die Mutter von zahllosen andern Entdeckungen geworden; die Schifffahrt, der Handel, die Industrie, jeder einzelne Mensch zieht, so lange Menschen existiren, geistige und materielle Vortheile aus seinen Entdeckungen.

Ohne die Geschichte der Physik zu Rathe zu ziehen, ist es unmöglich, sich eine Vorstellung über den Einfluß zu machen, den die Naturforschung auf die Cultur des Geistes ausgeübt hat. In unsern Schulen prägen sich den Kindern Wahrheiten ein, deren Eroberung unermeßliche Arbeiten, unsägliche Anstrengungen gekostet hat. Sie lächeln, wenn wir ihnen erzählen, wie der italienische Naturforscher eine lange, ausführliche Abhandlung darüber schrieb, daß der Schnee auf dem Aetna aus der nämlichen Substanz bestehe, wie der Schnee der Schweizeralpen, daß er eine Menge Beweise häufte, um darzuthun, daß beide beim Schmelzen W a s s e r von gleichen Eigenschaften und gleicher Beschaffenheit geben; und doch war dieser Schluß nicht so handgreiflich, denn wie sehr ist die Temperatur Siciliens von der in der Schweiz verschieden. Niemand hatte damals eine Vorstellung über die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde; und wenn ein Knabe ein gefülltes Glas mit einem losen Stücke Papier verschließt und umkehrt, ohne daß ein Tropfen Flüssigkeit herausläuft, so setzt er nur ein zwei=

tes Kind damit in Erstaunen, und doch ist es der nämliche Versuch, der den Namen Torricelli unsterblich macht; es ist eine Variation des Versuches, mit welchem der Magdeburger Bürgermeister in Regensburg Kaiser und Reich in sprachlose Verwunderung setzte. Unsere Kinder haben von der Natur und von Naturerscheinungen richtigere Begriffe und Vorstellungen, wie Plato; sie dürften zu spotten sich ermessen über die Irrthümer, welche Plinius beging.

Durch Geschichte, Philosophie und die classischen Studien erwerben wir uns Kenntniß der intellectuellen Welt, der Gesetze des Forschens und Denkens, der geistigen Natur des Menschen. Indem wir in den Seelen der großen und guten Menschen aller Zeiten lesen, lernen wir aus den Erfahrungen vergangener Jahrhunderte, wie die Leidenschaften zu mildern und zu regieren, wie das Herz zu sänftigen; sie führen uns zum Verständniß des Menschen der gegenwärtigen Zeit, dessen moralische Natur ewig dieselbe bleibt; sie lehren uns die Grundsätze der Religion, der Wahrheit, des Rechtes in die schönste Form zu kleiden und um so tieferen Eindruck auf die Gemüther Anderer zu machen. Aber die Geschichte und Philosophie konnten nicht hindern, daß man Menschen als Zauberer verbrannte; und da sich der große Keppler nach Tübingen begab, um seine Mutter vom Feuertode zu retten, konnte er nur beweisen,

daß ihr die wahren Erfordernisse zu einer Hexe völlig abgingen.

Wie ein Samenkorn von einer gereiften Frucht trennte sich vor siebzig Jahren die Chemie als selbstständige Wissenschaft von der Physik; mit Black, Cavendish, Priestley fängt ihre neue Zeitrechnung an. Die Medizin, die Pharmacie, die Technik hatten den Boden vorbereitet, auf welchem das Samenkorn sich entwickeln, auf welchem es gedeihen sollte.

Ihre Grundlage ist, wie man weiß, eine dem Anschein nach sehr einfache Ansicht über die Verbrennung. Wir wissen jetzt, was sich daraus entwickelt, welche Wohlthaten, welchen Segen sie verbreitet hat. Seit der Entdeckung des Sauerstoffs hat die civilisirte Welt eine Umwälzung in Sitten und Gewohnheiten erfahren. Die Kenntniß der Zusammensetzung der Atmosphäre, der festen Erdrinde, des Wassers, ihr Einfluß auf das Leben der Pflanzen und Thiere, knüpften sich an diese Entdeckung. Der vortheilhafte Betrieb zahlloser Fabriken und Gewerbe, die Gewinnung von Metallen steht damit in der engsten Verbindung. Man kann sagen, daß der materielle Wohlstand der Staaten um das Mehrfache dadurch seit dieser Zeit erhöht worden ist, daß das Vermögen eines jeden Einzelnen damit zugenommen hat.

Eine jede einzelne Entdeckung in der Chemie hat ähnliche Wirkungen in ihrem Gefolge, eine jede Anwen-

dung ihrer Gesetze ist fähig, nach irgend einer Richtung hin dem Staate Nutzen zu bringen, seine Kraft, seine Wohlfahrt zu erhöhen.

In vielen Beziehungen besitzt die Chemie Aehnlichkeit mit der Mathematik; so wie diese letztere uns lehrt, Felder zu vermessen, Häuser zu bauen, Lasten zu heben, ist sie, wie die Rechenkunst, ein Instrument, dessen geschickte Handhabung augenfälligen Nutzen bringt. Auf der andern Seite befähigt die Mathematik den Menschen, richtige Vernunftschlüsse nach bestimmten Regeln zu ziehen; sie lehrt ihn eine eigenthümliche Sprache kennen, die ihm erlaubt, eine Reihe von Folgerungen auf eine außerordentlich einfache Art in Linien und Zeichen auszudrücken, die Jedem verständlich sind, der diese Sprache kennt; sie lehrt ihn durch gewisse Operationen, die mit diesen Linien und Zeichen vorgenommen werden, Wahrheiten aufzufinden; sie lehrt ihn, klare Einsicht in vorher dunkle und unbekannte Verhältnisse zu gewinnen.

Der Mechaniker, der Physiker, der Astronom benutzen die Mathematik wie ein völlig unentbehrliches Instrument, welches ihnen als Mittel dient, um gewisse Zwecke zu erreichen; sie müssen in seiner Handhabung, in seinem Gebrauche so geübt sein, daß ihre Anwendung zu einer mechanischen Fertigkeit wird, die nur ihr Gedächtniß in Anspruch nimmt; aber das Instrument macht ja das Werk nicht, sondern der menschliche Geist. Sie werden

zugeben, daß ihnen ohne Urtheil, ohne Scharfsinn und Beobachtungsgabe alle mathematischen Kenntnisse nutzlos sind.

Sie können sich einen Menschen denken, der, begünstigt durch ein großes Gedächtniß, sich mit allen Lehrsätzen der Mathematik auf's vollkommenste vertraut gemacht hat, der es zu einer großen Fertigkeit gebracht hat, mit diesem Instrumente umzugehen, ohne daß er im Stande ist, sich selbst eine Aufgabe zu geben. Wenn Sie ihm die Aufgabe, wenn Sie ihm die Bedingungen zur Lösung einer Frage geben, so gelingt es ihm, durch die Vornahme der ihm geläufigen Operationen zu einer Antwort zu gelangen, ausgedrückt in einer Formel, in gewissen Zeichen, deren Sinn ihm durchaus unverständlich ist, weil zur Beurtheilung der Wahrheit dieser Formel ihm wieder andere Bedingungen fehlen. Dies ist ein bloßer Rechner; sobald er aber die Fähigkeit und das Talent besitzt, sich selbst eine Frage zu stellen und die Wahrheit seiner Rechnung zu prüfen, so wird er zum Naturforscher; denn wo sonst sollte die Aufgabe hergenommen sein, wenn nicht aus der Natur oder aus dem Leben?

Sie nennen ihn Mechaniker, oder Astronom, oder mathematischen Physiker, wenn er, von der Beobachtung ausgehend, den Zusammenhang gewisser Erscheinungen zu ermitteln, wenn er die Ursachen aufzufinden weiß,

durch die sie hervorgebracht werden, wenn er die Resultate seiner Forschung nicht nur in einer Formel, in der Sprache des Mathematikers auszudrücken vermag, sondern wenn er überdies noch die Fertigkeit besitzt, eine Anwendung davon zu machen; wenn er die Formel also in einer Erscheinung wiedergeben und hierdurch ihre Wahrheit prüfen kann.

Der Astronom, der Physiker, der Mechaniker bedarf demnach zu der Mathematik, die er als Instrument gebraucht, noch der Kunst, Beobachtungen zu machen, die Erscheinungen zu interpretiren; es gehört dazu die Fähigkeit, einen Vernunftschluß in einer Erscheinung, in einer Maschine, durch einen Apparat wiederzugeben, eine Reihe von Schlüssen durch Versuche zu beweisen.

Der Physiker stellt sich die Lösung einer Frage, er will die Bedingungen einer Erscheinung, die Ursachen ihres Wechsels erforschen, und er gelangt, wenn die Frage richtig gestellt und alle Factoren in Rechnung genommen sind, durch Hülfe mathematischer Operationen zu einem einfachen Ausdruck der unbekannten Größe oder des gesuchten Verhältnisses. Dieser Ausdruck erklärt, in Worte übersetzt, den Zusammenhang der beobachteten Erscheinungen, der von ihm angestellten Versuche; er ist wahr, wenn er ihm erlaubt, eine gewisse Reihe von andern Erscheinungen hervorzurufen, welche Folgerungen dieses Ausdrucks sind.

Sie sehen leicht ein, wie die Mathematik mit der Naturforschung zusammenhängt, daß neben der Mathematik ein hoher Grad von Einbildungskraft, Scharfsinn und Beobachtungsgabe dazu gehört, um nützliche Entdeckungen in der Physik, Astronomie oder Mechanik zu machen. Es ist ein ganz gemeiner Irrthum, daß man die Entdeckungen der Mathematik zuschreibt, es geht damit, wie in tausend Dingen, wo man den Effect mit der Ursache verwechselt. So schreibt man den Dampfmaschinen zu, was dem Feuer, den Steinkohlen, was dem menschlichen Geiste angehört. Zu Entdeckungen in der Mathematik gehört dieselbe Geisteskraft, derselbe Scharfsinn, das nämliche Denkvermögen wie zur Lösung anderer schwieriger Probleme; in Beziehung auf ihre Anwendungen sind es Vervollkommnungen des Instruments, unzähliger nützlicher Anwendungen fähig, allein die Mathematik macht in der Wissenschaft der Naturforschung, von sich selbst ausgehend, keine Entdeckungen, sie verarbeitet stets nur das Gegebene, das durch die Sinne Beobachtete, den durch den Geist geschaffenen neuen Gedanken.

Der mathematischen Physik gegenüber steht die Experimentalphysik; diese ist es, welche Thatsachen entdeckt, untersucht und dem mathematischen Physiker vorbereitet. Die Aufgabe der Experimentalphysik ist, die Gesetze, die aufgefundenen Wahrheiten durch Erscheinun=

gen auszudrücken, die mathematische Formel durch Versuche zu erläutern und den Sinnen anschaulich zu machen.

Die Chemie verfährt in der Beantwortung ihrer Fragen in derselben Weise, wie die Experimentalphysik. Sie lehrt die Mittel kennen, welche zur Kenntniß der mannichfaltigen Körper führen, woraus die feste Erdrinde besteht, welche Bestandtheile des thierischen und vegetabilischen Organismus bilden.

Wir studiren die Eigenschaften der Körper, die Veränderungen, die sie in Berührung mit andern erleiden. Alle Beobachtungen zusammengenommen bilden eine Sprache; jede Eigenschaft, jede Veränderung, die wir an den Körpern wahrnehmen, ist ein Wort in dieser Sprache.

Die Körper zeigen in ihrem Verhalten gewisse Beziehungen zu andern, sie sind ihnen ähnlich in der Form, in gewissen Eigenschaften, oder weichen darin von ihnen ab. Diese Abweichungen sind eben so mannichfaltig, wie die Worte der reichsten Sprache; in ihrer Bedeutung, in ihren Beziehungen zu unsern Sinnen sind sie nicht minder verschieden.

Die Körper sind verschieden in ihrer Qualität; was ihre Eigenschaften uns sagen, ändert sich, je nachdem sie geordnet sind; wie in jeder andern, haben wir in der eigenthümlichen Sprache, mit der die Körper zu uns reden, Artikel, Fälle, alle Beugungen der Haupt- und Zeitwörter, wir haben eine Menge Synonymen. Die-

selben Quantitäten der nämlichen Elemente bringen je nach ihrer Stellung ein Gift, ein Arzneimittel, ein Nahrungsmittel, einen flüchtigen oder einen feuerbeständigen Körper hervor.

Wir kennen die Bedeutung ihrer Eigenschaften, der Worte nämlich, in denen die Natur zu uns spricht, und benutzen das Alphabet, um zu lesen.

Eine Mineralquelle in Savoyen heilt Kröpfe; ich stelle an sie gewisse Fragen, und alle Buchstaben zusammengestellt, sagt sie mir, daß sie Jod enthält.

Ein Mann ist nach dem Genusse einer Speise mit allen Zeichen der Vergiftung gestorben; die Sprache der Erscheinungen, welche dem Chemiker geläufig ist, sagt ihm, der Mann sei an Arsenik oder an Sublimat gestorben.

Der Chemiker bringt ein Mineral durch seine Fragen zum Sprechen; es antwortet ihm, daß es Schwefel, Eisen, Chrom, Kieselerde, Thonerde, oder irgend eins der Worte der chemischen Sprache der Erscheinungen, in gewisser Weise geordnet enthält. Dies ist die chemische Analyse.

Die Sprache der Erscheinungen leitet den Chemiker zu Combinationen, aus denen unzählige nützliche Anwendungen sich ergeben: sie führen ihn zu Verbesserungen in Fabriken und Gewerben, in der Bereitung von Arzneien, in der Metallurgie. Er hat den Ultramarin ent-

ziffert, es handelt sich jetzt darum, das Wort durch eine Erscheinung wiederzugeben, den Ultramarin mit allen seinen Eigenschaften wieder darzustellen. Dies ist die angewandte Chemie.

Kaum ist bis jetzt eine Anforderung der Gewerbe, der Industrie, der Physiologie durch die wissenschaftliche Chemie unbefriedigt geblieben. Eine jede Frage, scharf und bestimmt gestellt, ist bis jetzt gelöst worden, nur wenn der Fragende selbst nicht klar über den Gegenstand war, über den er Erläuterungen begehrte, blieb er ohne Antwort.

Die letzte und höchste Aufgabe der Chemie ist die Erforschung der Ursachen der Naturerscheinungen, ihres Wechsels, so wie der Factoren, welche verschiedenartige Erscheinungen mit einander gemein haben; der Chemiker ermittelt die Gesetze, nach denen die Naturerscheinungen vor sich gehen, und er gelangt zuletzt, indem er alles durch die Sinne Wahrnehmbare und Erkannte zusammenfaßt, zu einem geistigen Ausdruck der Erscheinungen, zu einer Theorie.

Um aber in dem mit unbekannten Zeichen geschriebenen Buche lesen zu können, um es zu verstehen, um die Wahrheit einer Theorie klar einzusehen und die Erscheinungen, worauf sie gestützt, und die Kräfte, durch die sie hervorgebracht sind, unserm Willen unterthan zu machen, muß man nothwendig erst das Alphabet kennen

lernen, man muß sich mit dem Gebrauch dieser Zeichen bekannt machen, man muß sich Uebung und Gewandtheit in ihrer Handhabung verschaffen, man muß die Regeln kennen lernen, welche den Combinationen zu Grunde liegen.

Aehnlich wie die höhere Mechanik, die Physik eine große Geübtheit in der mathematischen Analyse voraussetzt, muß der Chemiker als Naturforscher sich die vertrauteste Bekanntschaft mit der chemischen Analyse erworben haben. Alle seine Schlüsse, seine Resultate drückt er durch Versuche, durch Erscheinungen aus.

Jeder Versuch ist ein Gedanke, der den Sinnen wahrnehmbar gemacht ist durch eine Erscheinung. Die Beweise für unsere Gedanken, für unsere Schlüsse, so wie ihre Widerlegungen, sind Versuche, sind Interpretationen von willkürlich hervorgerufenen Erscheinungen.

Es war eine Zeit, wo die Chemie, ähnlich wie die Astronomie, die Physik und Mathematik, weiter nichts als eine durch Erfahrung ausgemittelte und in Regeln gebrachte Experimentirkunst war; seitdem man aber die Ursachen und Gesetze kennt, die diesen Regeln zu Grunde liegen, hat die Experimentirkunst ihre Bedeutung verloren.

Das mühsame, zeitraubende Erlernen von Handgriffen und Methoden, von Vorsichtsmaßregeln in den

chemischen Gewerben, in der Industrie, der Pharmacie, die sonderbaren Attribute des Chemikers früherer Zeit, ihre Oefen und Gefäße, sind zu Curiositäten geworden; alles dies erlernt sich nicht mehr, sondern es versteht sich von selbst, da man die Ursachen kennt, die sie nothwendig gemacht haben. Das Gelingen eines Versuches, einer Operation hängt weit weniger von der mechanischen Geschicklichkeit, als von Kenntnissen ab; das Mißglücken beruht auf der mangelhaften Erkenntniß, das Entdecken auf Gewandtheit im Combiniren und auf der Kraft, welche neue Gedanken schafft.

In den Vorlesungen lehren wir das Alphabet, in den Laboratorien den Gebrauch dieser Zeichen; der Schüler erwirbt sich darin Fertigkeit im Lesen der Sprache der Erscheinungen, er lernt die Regeln der Combinationen, so wie Gewandtheit und die Gelegenheit, sie in Anwendung zu bringen.

Sobald sich diese Buchstaben und Zeichen zu einer geistigen Sprache gestaltet haben, so verliert und verwischt sich ihre Bedeutung nicht mehr. Mit ihrer Kenntniß ist er ausgerüstet, um unbekannte Länder zu erforschen, sich überall zu belehren und Entdeckungen zu machen, wo ihre Zeichen gelten; sie ist das Mittel zum Verständniß der Sitten, der Gewohnheiten, der Bedürfnisse, die in diesen Gegenden herrschen. Er kann zwar auch ohne die Kenntniß dieser Sprache die Grenzen die-

ser Länder überschreiten, allein er setzt sich zahllosen Mißverständnissen und Irrthümern aus. Er fordert Brod, und man gibt ihm einen Stein.

Die Medizin, die Physiologie, die Geologie, die Experimental-Physik, sie sind diese unbekannten Länder, deren Gesetze, deren Einrichtungen und Regierungsformen er kennen lernen will. Ohne die Sprache der Erscheinungen zu kennen, ohne die Kunst, sie zu interpretiren, bleibt ihm nichts darin zu entdecken übrig, als die Kenntniß der Formen und äußeren Beschaffenheiten.

Sehen Sie nicht, woran die Physiologie Mangel leidet? erkennen Sie nicht die innere Ueberzeugung unserer großen Physiologen an jedem Worte, was sie sprechen, an jedem Versuch, den sie anstellen? Die Kenntniß der äußeren Formen befriedigt sie nicht mehr, sie sind durchdrungen von der Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit einer tiefern, inneren, einer chemischen Einsicht; aber ist diese denkbar oder möglich ohne Kenntniß unserer Sprache?

Wenn andere minder begabte Physiologen der Chemie den Vorwurf machen, daß alle unsere Resultate ihnen nutzlos, unfähig einer nützlichen Anwendung für sie wären, so ist dies eine große Ungerechtigkeit, da sie ihren Sinn und ihre Bedeutung nicht verstehen; für sie wäre es eben so unmöglich, ein Buch in deutscher Sprache,

aber in hebräischen Buchstaben geschrieben, zu lesen, wenn sie diese Buchstaben nicht kennen.

Bemerken Sie nicht, daß die Physiologie von vielen Medizinern in ganz gleicher Weise, wie die Chemie, gering geachtet wird? daß ihr die Medizin die gleichen Vorwürfe macht, und zwar mit demselben Unrechte?

Der Arzt, welcher die Medizin nicht als Wissenschaft, sondern als Experimentirkunst erlernt hat, erkennt keine Prinzipien, sondern nur Regeln an, aus der Erfahrung entnommen, was in diesen und jenen Fällen gut und nicht gut wirkte. Nach dem Warum, nach den Ursachen fragt die Experimentirkunst nicht. Von welchem Standpunkte aus würden aber die abnormen, die krankhaften Zustände im menschlichen Organismus beurtheilt werden, wenn uns die normalen mit genügender Sicherheit bekannt wären, wenn wir völlig klare Vorstellungen über die Verdauungs-, Assimilations- und die Excretionsprocesse hätten? Wie ganz anders würde die Behandlungsweise der Krankheiten sein! Ohne richtige Vorstellungen über Kraft, Ursache und Wirkung, ohne praktische Einsicht in das Wesen der Naturerscheinungen, ohne gründliche physiologische und chemische Bildung, ist es kein Wunder, daß sonst verständige Menschen die widersinnigsten Ansichten vertheidigen, daß in Deutschland die Lehre von Hahnemann aufkommen, daß sie Schüler in allen Ländern finden konnte. Der Verstand allein schützt

selbst Nationen nicht vor Aberglauben, aber das Kind verliert mit der Entwicklung seines Geistes und seiner Kenntnisse die Furcht vor Gespenstern.

Kann man von solchen Männern erwarten, daß sie aus den Entdeckungen der Chemie und Physiologie auch nur den kleinsten Nutzen ziehen, kann man sie für fähig halten, auch nur die unbedeutendste Anwendung davon zu machen, sie, die nicht das Wesen der Naturforschung mit philosophischem Geiste erfassen, die nicht gelernt haben, die Sprache der Erscheinungen zu interpretiren?

Sie und ihre Geistesverwandten verdrießt es, daß die Wahrheit so einfach ist, obwohl es ihnen mit aller Mühe nicht gelingt, sie praktisch zu nützen; daher geben sie uns die unmöglichsten Ansichten und schaffen sich in dem Worte Lebenskraft ein wunderbares Ding, mit dem sie alle Erscheinungen erklären, die sie nicht verstehen. Mit einem durchaus unbegreiflichen, unbestimmten Etwas erklärt man Alles, was nicht begreiflich ist!!

Um das Wesen der Lebenskraft zu ergründen und ihre Wirkungen zu begreifen, müssen die Aerzte genau den Weg verfolgen, den man in der Physik und Chemie mit so großem Erfolg betreten hat.

Sicher gab es keinen Zustand der Materie, welcher dem körperlichen und geistigen Auge verborgener und dunkler war, wie der, welchen wir mit elektrisch bezeichnen.

Ein Jahrtausend seit der Entwickelung der Physik ist vorübergegangen, ehe der menschliche Geist nur eine Ahnung von der ungeheuersten Naturgewalt hatte, die an allen Veränderungen der unorganischen Natur, an allen Processen des vegetabilischen und animalischen Lebens Antheil nimmt.

In Folge unermüdlicher Untersuchungen, unabgeschreckt durch Schwierigkeiten ohne Zahl, erwarb sich der Naturforscher ihre genauste Bekanntschaft und machte sie zu seiner Dienerin; er weiß jetzt, daß sie mit Wärme, Licht und Magnetismus von Einer Mutter stammt, durch sie hat er sich die Geschwister unterthan gemacht, sie folgen seinem Rufe, mit ihrer Hülfe zeichnet er dem Blitze seinen Weg vor, er lockt damit die edelsten Metalle aus ihren ärmsten Erzen, durch sie gelang es ihm zuerst, die wahre Natur der Bestandtheile des Erdkörpers zu ergründen, er setzt mit ihrer Hülfe Schiffe in Bewegung und vervielfältigt mit ihr Gegenstände der Kunst.

Eine Kraft läßt sich nicht sehen, wir können sie mit unsern Händen nicht fassen; um sie in ihrem Wesen und ihrer Eigenthümlichkeit zu erkennen, müssen wir ihre Aeußerungen studiren und ihre Wirkungen erforschen. Die einfache Beobachtung reicht aber hierzu nicht aus, weil der Irrthum stets an der Oberfläche liegt, die Wahrheit muß tiefer gesucht werden. Wenn wir eine Erscheinung, eine Thatsache falsch auffassen, unrichtig anknüpfen

und auslegen, so heißt dies einen Irrthum begehen; wir schützen uns aber gegen Irrthum, wenn wir unsere Auffassung, die Auslegung der beobachteten Erscheinung prüfen, wenn wir uns bemühen, ihre Wahrheit zu beweisen. Die Bedingungen, unter welchen die Erscheinung wahrgenommen wird, müssen erforscht, sind sie erkannt, so müssen sie geändert werden; der Einfluß dieser Aenderung muß Gegenstand von neuen Beobachtungen werden. Auf diesem Wege wird die erste Beobachtung berichtigt und dem Geiste klar, der Phantasie darf nichts überlassen werden. Der wahre Naturforscher erklärt und erläutert durch Thatsachen, durch Erscheinungen, deren Auffindung und Entdeckung seine Aufgabe ist, er läßt seinen Gegenstand sprechen. Kein Phänomen für sich allein genommen erklärt sich aus sich selbst, aber das, was damit zusammenhängt, wohl beobachtet und geordnet, führt zur Einsicht. Unverrückbar fest muß man im Auge behalten, daß eine jede Erscheinung ihren Grund, eine jede Wirkung ihre Ursache hat. (F. Bacon v. Verulam.)

Die Meinung, daß die Schöpfungskraft der Natur vermögend sei, aus verwitterten Gebirgsarten, aus faulenden Pflanzenstoffen, die mannichfaltigsten Pflanzen, ja selbst Thiere ohne Samen zu erzeugen, der Horror vacui, der Spiritus rector, die Annahme, daß in dem lebendigen Thierkörper Eisen und Phosphor erzeugt werde, sie sind nur Folgen des Mangels an Unter=

suchungen gewesen, es sind Ausflüsse der Unwissenheit, der Trägheit und Unfähigkeit, den Ursprung oder die Ursachen aufzufinden. Eine einfache Wahrnehmung oder tausende, die nicht in Zusammenhang gebracht sind, haben keine Beweiskraft. Wir haben kein Recht, uns Ursachen durch die Einbildungskraft zu schaffen, wenn wir in der Auffindung derselben auf dem Wege der Forschung scheitern, und wenn wir sehen, daß die Infusorien aus Eiern entstehen, so bleibt uns nur noch zu wissen übrig, auf welchen Wegen sie sich verbreiten.

Von dem Augenblicke an, wo wir der Einbildungskraft allein die Führung überlassen und ihr das Recht zuerkennen, die noch übrig bleibenden Fragen zu lösen, hört die Forschung auf. Die Wahrheit bleibt unermittelt; dies wäre noch das kleinste Uebel, das schlimmste aber ist, wenn die Phantasie an ihre Stelle ein hartnäckiges, bösartiges, mißgünstiges Ungeheuer, den Irrthum, setzt, welcher der Wahrheit, versucht sie endlich sich Bahn zu brechen, entgegentritt, sie bekämpft und zu vernichten strebt; so war es zu Galiläo's Zeit und ist es jetzt noch überall, in allen Wissenschaften, wo man Meinungen für Beweise gelten läßt. Wenn wir unsere Unvollkommenheit erkennend, gestehen, daß wir mit unsern gegenwärtigen Hülfsmitteln die Frage nicht lösen, die Erscheinung nicht erklären können, so bleibt sie ein Problem, an welchem Tausende nach uns, eifrig und voller Muth, ihre Kräfte ver-

suchen. Der Erfolg ist, daß sie früher oder später gelöst wird.

Mit der Erklärung befriedigt sich der Geist, der für wahr gehaltene Irrthum bringt dessen Thätigkeit, ganz wie die Wahrheit selbst, zur Ruhe.

Die Phantasie schafft in hunderttausend Fällen hunderttausend Irrthümer, und nichts ist schädlicher für die Fortschritte der Wissenschaft, nichts ist hemmender für die Einsicht, als ein alter Irrthum, denn es ist unendlich schwer, eine falsche Lehre zu widerlegen, eben weil sie auf der Ueberzeugung beruht, daß das Falsche wahr sei.

Es war gewiß der vernünftigen Naturforschung nicht angemessen, Bildungs-, Ernährungs- und Secretionsprocesse im Organismus zu erklären, ehe man die Nahrungsmittel und die Quellen kannte, aus denen sie stammen, ehe man Eiweiß, Kässtoff, Blut, Galle, Gehirnsubstanz ꝛc. zuverlässigen Untersuchungen unterworfen hatte. Alles dies sind ja sonst nur Namen, deren Buchstaben man höchstens kennt; ehe man ihre Eigenschaften und ihr Verhalten, ehe man die Metamorphosen kannte, die sie in Berührung mit andern Körpern erleiden, ehe man mit einem Worte sie zum Sprechen gebracht hatte, durfte man erwarten, daß sie uns etwas sagen würden?

Die Ursache der Lebenserscheinungen ist eine Kraft, die nicht in meßbaren Entfernungen wirkt, deren Thä-

tigkeit erst bei unmittelbarer Berührung der Nahrung oder des Blutes mit dem zur Aufnahme oder ihrer Veränderung geeigneten Organ, wahrnehmbar wird. In ganz gleicher Weise äußert sich die chemische Kraft, ja es gibt in der Natur keine Ursachen, welche Bewegung oder Veränderungen bewirken, keine Kräfte, die einander näher stehen, wie die chemische Kraft und die Lebenskraft. Wir wissen, daß chemische Actionen überall eintreten, wo sich überhaupt verschiedenartige Körper berühren; vorauszusetzen, daß eine der mächtigsten Naturkräfte an den Processen in dem lebendigen Organismus keinen Antheil nehme, obwohl sich grade hier alle Bedingungen, unter denen sie sich thätig zeigt, vereinigen, würde gegen alle Regeln der Naturforschung sein. Weit entfernt aber, Gründe für die Ansicht zu haben, daß die chemische Kraft in dem Grade sich der Lebenskraft unterordne, daß ihre Wirkungen für unsere Beobachtungen verschwinden, sehen wir in dem Athmungsproceß, die chemische Kraft des Sauerstoffs z. B. in jeder Zeitsecunde in ihrer vollen Wirksamkeit; so sind der Harnstoff, das Allantoin, die Säure in den Ameisen und Wasserkäfern, die Oxalsäure, das flüchtige Oel der Baldrianwurzel, das Oel der Blüthe der Spiraea ulmaria, das flüchtige Oel der Gaultheria procumbens, Produkte des Lebensprocesses; aber sind es, so muß man fragen, Producte der Lebenskraft?

Wir sind im Stande, durch die chemische Kraft alle diese Verbindungen hervorzubringen; aus dem Koth der Schlangen und Vögel erzeugt die Chemie die kristallinische Substanz der allantoischen Flüssigkeit der Kuh, aus verkohltem Blut machen wir Harnstoff, aus Sägespänen Zucker, Ameisensäure, Oxalsäure, aus Weidenrinde das flüchtige Oel der Spiraea ulmaria, das Oel der Gaultheria, aus Kartoffeln das flüchtige Oel der Baldrianwurzel.

Dies sind Erfahrungen genug, um die Hoffnung zu begründen, daß es uns gelingen wird, Chinin und Morphin, die Verbindungen, woraus das Eiweiß oder die Muskelfaser besteht, mit allen ihren Eigenschaften hervorzubringen.

Unterscheiden wir die Effecte, welche der chemischen Kraft, von denen, welche der Lebenskraft angehören, und wir befinden uns auf dem Wege, um Einsicht in die Natur der letzteren zu gewinnen. Nie wird der Chemismus im Stande sein, ein Auge, ein Haar, ein Blatt zu erzeugen. Wir wissen aber mit Bestimmtheit, daß die Entstehung von Blausäure und Bittermandelöl in den bittern Mandeln, von Senföl und Sinapin im Senf, von Zucker im keimenden Samen, Resultate chemischer Zersetzungen sind; wir sehen, daß ein todter Kalbsmagen mit Hülfe von etwas Salzsäure auf Fleisch und hartgekochtes Eiweiß gerade so wirkt, wie ein lebendiger, daß beide löslich, d. h.

verdaut werden. Alles dies berechtigt zu dem Schluß, daß wir auf dem Wege der Naturforschung zu einer klaren Einsicht über die Metamorphosen, welche die Nahrungsmittel im Organismus erleiden, über die Wirkung der Arzneimittel gelangen werden.

Ohne ein genaues Studium der Chemie und Physik, werden die Physiologie und Medizin in ihren wichtigsten Aufgaben, in der Erforschung der Gesetze des Lebens und der Hebung und Beseitigung von anomalen Zuständen im Organismus kein Licht erhalten. Ohne Kenntniß der chemischen Kräfte kann die Natur der Lebenskraft nicht ergründet werden; der wissenschaftliche Arzt wird dann erst von der Chemie Hülfe erwarten können, wenn er im Stande sein wird, dem Chemiker regelrechte Fragen zu stellen.

Die Industrie hat aus der Kenntniß der Chemie unübersehbare Vortheile gezogen, die Mineralogie ist seit der Zeit, wo sie auf die Zusammensetzung der Mineralien und das Verhalten ihrer Bestandtheile Rücksicht nahm, zu einer neuen Wissenschaft geworden; es ist unmöglich, Fortschritte in der Geologie zu erwarten, wenn nicht mehr wie bisher, und zwar in gleicher Weise wie in der Mineralogie, die chemische Beschaffenheit und Zusammensetzung der Felsarten in Rechnung genommen wird. Die Chemie ist die Grundlage der Agricultur, ohne die Bestandtheile des Bodens, der Nahrungsmittel der Ge=

wächse zu kennen, kann an eine wissenschaftliche Begründung derselben nie gedacht werden.

Ohne Kenntniß der Chemie muß der Staatsmann dem eigentlichen Leben im Staate, seiner organischen Entwickelung und Vervollkommnung fremd bleiben, ohne sie kann sein Blick nicht geschärft, sein Geist nicht geweckt werden für das, was dem Lande und der menschlichen Gesellschaft wahrhaft nützlich oder schädlich ist; die höchsten materiellen Interessen, die gesteigerte und vortheilhaftere Hervorbringung von Nahrung für Menschen und Thiere, die Erhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit, sie sind auf's engste geknüpft an die Verbreitung und das Studium der Naturwissenschaften, und insbesondere an das der Chemie; ohne die Kenntniß der Naturgesetze und der Naturerscheinungen scheitert der menschliche Geist in dem Versuche, sich eine Vorstellung über die Größe und unergründliche Weisheit des Schöpfers zu schaffen; denn Alles, was die reichste Phantasie, die höchste Geistesbildung an Bildern nur zu ersinnen vermag, erscheint, gegen die Wirklichkeit gehalten, wie eine bunte, schillernde, inhaltslose Seifenblase.

In der Begründung von Schulen, in denen die Naturwissenschaften als Gegenstände des Unterrichts die erste Stelle einnehmen, hat sich das Bedürfniß der neueren Zeit schon praktisch bethätigt, es wird sich aus ihnen eine kräftigere Generation entwickeln, kräftiger am Verstand

und Geiste, fähig und empfänglich für Alles, was wahrhaft groß und fruchtbringend ist. Durch sie werden die Hülfsmittel der Staaten zunehmen, in ihnen ihr Vermögen und ihre Kraft wachsen, und wenn der Mensch im Drucke seiner Existenz erleichtert, von den Schwierigkeiten nicht mehr überwältigt wird, die irdischen Sorgen zu tragen und zu beseitigen, dann erst wird sich sein Sinn, reiner und geläutert, dem Höheren und Höchsten zuwenden können.

Zweiter Brief.

Die Geschichte des Menschen ist der Spiegel der Entwickelung seines Geistes, sie zeigt uns in seinen Thaten seine Fehler und Gebrechen, seine Tugenden, seine edlen und unvollkommnen Eigenschaften. Die Naturforschung lehrt uns die Geschichte der Allmacht, der Vollkommenheit, der unergründlichen Weisheit eines unendlich höheren Wesens in seinen Werken und Thaten erkennen; unbekannt mit dieser Geschichte, kann die Vervollkommnung des menschlichen Geistes nicht gedacht werden, ohne sie gelangt seine unsterbliche Seele nicht zum Bewußtsein ihrer Würde und des Ranges, den sie im Weltall einnimmt.

Die Religion der Griechen und Römer, des Heidenthums, sie gründete sich in ihrem Ursprunge auf eine unvollkommene und falsche Anschauung der Naturerscheinungen; ihr Geist, ihr Auge war der Erkenntniß der nächstliegenden Ursachen von Naturwirkungen verschlossen; sie richteten ihre Gebete an rohe Naturgewalten. Ein jeder Aberglaube versetzt uns in das Heidenthum.

Darin liegt eben der hohe Werth und die Erhabenheit der Naturerkenntniß, daß sie das wahre Christenthum vermittelt. Darin liegt das Göttliche des Ursprungs der christlichen Lehre, daß wir den Besitz ihrer Wahrheiten, die richtige Vorstellung eines über alle Welten erhabenen Wesens, nicht dem menschlichen Wege der empirischen Forschung, sondern einer höhern Erleuchtung verdanken.

Der Raum, in dem sich die Weltsysteme bewegen, ist ohne Grenze; was wäre außerhalb einer solchen Scheidewand? Die Anzahl der Welten ist unendlich groß, sie ist durch Zahlen nicht ausdrückbar; der Lichtstrahl legt in einer Secunde vierzigtausend Meilen zurück; ein Jahr umfaßt viele Secunden; es gibt Fixsterne, deren Licht, um zu unserm Auge zu gelangen, Billionen Jahre Zeit gebrauchte. Wir kennen Thiere mit Zähnen, mit Bewegungs- und Verdauungsorganen, die dem bloßen Auge nicht mehr sichtbar sind; es gibt Thiere, welche, meßbar, viele tausendmal kleiner sind, und die die nämlichen Apparate besitzen. So wie die größeren und größten nehmen sie Nahrung zu sich und pflanzen sich durch Eier fort, die wieder viele hundertmale kleiner als ihr eigener Körper sein müssen. Nur an unsern unvollkommnen Sehwerkzeugen scheitert die Wahrnehmung von billionenmal kleineren Geschöpfen.

Welche Abstufungen und Verschiedenheiten bieten

die Bestandtheile unsers Erdkörpers in ihren Zuständen und in ihren Eigenschaften dar! Es gibt Körper, welche zwanzigmal schwerer wie ein gleicher Raumtheil Wasser, es gibt andere, welche zehntausendmal leichter sind, deren kleinste Theile durch die besten Mikroskope nicht mehr wahrnehmbar sind; wir kennen zuletzt in dem Lichte, diesem wunderbaren Boten, der uns täglich Kunde bringt von dem Fortbestehen zahlloser Welten, die Aeußerung eines außerirdischen Wesens, welches der Schwerkraft nicht mehr folgt, und doch unsern Sinnen durch unzählige Wirkungen sich bemerkbar macht, und das Sonnenlicht selbst, mit dessen Ankunft auf der Erde die todte Natur Leben und Bewegung empfängt; wir spalten es in Strahlen, die, ohne zu leuchten, die mächtigsten Veränderungen und Zersetzungen in der organischen Natur hervorbringen; wir zerlegen es in eine Mannichfaltigkeit von Wärmestrahlen, die unter einander ebenso große Verschiedenheiten wie die Farben zeigen. Nirgends aber beobachten wir einen Anfang oder ein Ende. In der Natur sieht der menschliche Geist weder über noch unter sich eine Grenze, und in dieser, für seine Kraft, ihrer Unermeßlichkeit wegen, kaum faßbaren Unendlichkeit fällt kein Wassertropfen zur Erde, kein Stäubchen wechselt seinen Platz, ohne dazu gezwungen zu sein.

Nirgends außer sich, beobachtet der Mensch einen zum Bewußtsein gelangten Willen, Alles sieht er in den Fes-

seln unwandelbarer, unveränderlicher, fester Naturgesetze, nur in sich selbst erkennt er ein Etwas, was alle diese Wirkungen, einen Willen, der alle Naturgesetze beherrschen kann, einen Geist, der in seinen Aeußerungen unabhängig von diesen Naturgewalten ist, der in seiner ganzen Vollkommenheit nur sich selbst Gesetze gibt.

Die einfache empirische Erkenntniß der Natur, sie drängt uns mit unwiderstehlicher Kraft die Ueberzeugung auf, daß dieses Etwas nicht die Grenze ist, über welche hinaus nichts ihm Aehnliches und Vollkommneres mehr besteht; unserer Wahrnehmung sind seine niedrigeren und niedrigsten Abstufungen allein zugänglich, und wie eine jede andere Wahrheit in der inductiven Naturforschung, begründet sie die Existenz eines höheren, eines unendlich höchsten Wesens, für dessen Anschauung und Erkenntniß die Sinne nicht mehr zureichen, das wir nur durch die Vervollkommnung der Werkzeuge unsers Geistes in seiner Größe und Erhabenheit erfassen.

Die Kenntniß der Natur ist der Weg, sie liefert uns die Mittel zur geistigen Vervollkommnung.

Die Geschichte der Philosophie lehrt uns, daß die weisesten Menschen, die größten Denker des Alterthums und aller Zeiten, die Einsicht in das Wesen der Naturerscheinungen, die Bekanntschaft mit den Naturgesetzen als ein ganz unentbehrliches Hülfsmittel der Geistescultur angesehen haben. Die Physik war ein Theil der Phi=

losophie. Durch die Wissenschaft macht der Mensch die Naturgewalten zu seinen Dienern, in dem Empirismus ist es der Mensch, der ihnen dient; der Empiriker wendet, wie bewußtlos, einem untergeordneten Wesen sich gleichstellend, nur einen kleinen Theil seiner Kraft dem Nutzen der menschlichen Gesellschaft zu. Die Wirkungen regieren seinen Willen, während er durch Einsicht in ihren innern Zusammenhang die Wirkungen beherrschen könnte.

Man wird diese Einleitung nicht unpassend, sondern an ihrem Platze finden, wenn ich in einem der folgenden Briefe versuche, eins der merkwürdigsten Naturgesetze, welches der neueren Chemie zur Grundlage dient, zu erläutern.

Wenn dem vergleichenden Anatomen ein kleines Knochenstück, ein Zahn, zu einem Buche wird, aus dem er uns die Geschichte des Geschöpfes einer untergegangenen Welt erzählt, seine Größe und Gestalt beschreibt, das Medium, in dem es lebte und athmete, seine Nahrung, ob Pflanze oder Thier, seine Werkzeuge der Fortbewegung uns zeigt, so würde alles dies das Spiel einer regellosen Phantasie genannt werden können, wenn dieses kleine Knochenstück, dieser Zahn, einer Laune des Zufalls, einer Willkühr seine Form und Beschaffenheit verdankte. Alles dies ist dem Anatomen möglich, weil ein jeder Theil bestimmten Gesetzen seine Form verdankt, weil, die Form des Theils einmal erkannt, es das Gesetz ist, was das Ganze construirt. Nicht minder wunderbar mag es Vielen

scheinen, daß der Chemiker aus dem bekannten Gewichtsverhältniß, in dem sich ein einzelner Körper mit einem zweiten verbindet, die Gewichtsverhältnisse erschließt und festsetzt in denen der erste Körper mit allen übrigen, mit zahllosen andern Körpern sich verbindet. Die Entdeckung dieser Gesetze, denen sich alle Vorgänge, die Zahl und Maaß umfassen, in der organischen sowohl wie in der Welt der Mineralien unterordnen, die alle chemischen Processe regeln und beherrschen, ist der anerkannt wichtigste und in seinen Folgen reichste Erwerb dieses Jahrhunderts.

Dritter Brief.

Es ist nicht leicht, sich eine Vorstellung über den Umfang des chemischen Wissens in der gegenwärtigen Zeit zu machen, ohne den Blick rückwärts auf vergangene Jahrhunderte zu lenken. Die Geschichte einer Wissenschaft ist eine Seite in der Geschichte des menschlichen Geistes; in Beziehung auf ihre Entstehung und Entwicklung gibt es keine, welche merkwürdiger und lehrreicher ist, wie die Geschichte der Chemie. Der verbreitete Glaube an das jugendliche Alter der Chemie ist ein Irrthum, welcher zufälligen Umständen seine Entstehung verdankt; sie gehört zu den ältesten Wissenschaften.

Derselbe Geist, welcher zu Ende des vorigen Jahrhunderts in einem hochcivilisirten Volk das wahnsinnige Bestreben erweckte, die Denkmale seines Ruhmes und seiner Geschichte zu vernichten, der Göttin der Vernunft Altäre zu erbauen und einen neuen Kalender einzuführen, gab Veranlassung zu dem seltsamen Feste, in welchem Madame Lavoisier in dem Gewande einer Priesterin das phlogistische System auf einem Altar den Flam-

men übergab, während eine feierliche Musik ein Requiem dazu spielte. Damals vereinigten sich die französischen Chemiker zu einer Aenderung aller bis dahin gebräuchlichen Namen und Bezeichnungsweisen von chemischen Vorgängen und chemischen Verbindungen, es wurde eine neue Nomenclatur eingeführt, welche im Gefolge eines in sich vollendeten neuen Systems sich in allen Ländern die Aufnahme erzwang. Daher denn die scheinbar große Kluft zwischen der gegenwärtigen und früheren Chemie. Der Ursprung einer jeden wichtigen Entdeckung, einer jeden gesonderten Beobachtung, welche bis zu Lavoisier's Zeit in irgend einem andern Theil Europas gemacht worden war, war verwischt, die neuen Namen und geänderten Vorstellungen zerrissen allen Zusammenhang mit der Vergangenheit, unser gegenwärtiger Besitz scheint vielen nur das Erbe der damaligen französischen Schule zu sein und die Geschichte nicht über diese hinaus zu reichen. Dieß eben ist der Irrthum.

Wie es kein Ereigniß gibt in der Geschichte der Völker, dem nicht Zustände oder Ereignisse, deren Folge es ist, vorangegangen sind, ganz so verhält es sich mit dem Fortschritt in den Naturwissenschaften. Wie eine Erscheinung in der belebten oder unbelebten Natur, die Bedingungen voraussetzt, durch welche sie entsteht, so wird der Fortschritt in den Naturwissenschaften angebahnt durch vorangegangene Erwerbung von Wahrheiten,

welche Thatsachen, oder abhängig von Thatsachen sind. Ein neues System, eine neue Theorie ist immer die Folge von mehr oder weniger umfassenden, der herrschenden Lehre widersprechenden Beobachtungen; zu Lavoisiers Zeit waren alle Körper, alle Erscheinungen mit deren Studium er sich beschäftigt hat, bekannt, er hat keinen neuen Körper, keine neue Eigenschaft, keine neue Naturerscheinung entdeckt, alle durch ihn festgestellten Thatsachen waren die nothwendigen Folgen von Arbeiten die den seinigen vorangegangen waren, sein unsterbliches Verdienst war es, den Körper der Wissenschaft mit einem neuen Sinn begabt zu haben, alle Glieder waren bereits vorhanden und in die richtige Verbindung gebracht.

Die Chemie umfaßt die Wirkungen von Naturkräften der verborgensten Art, die sich nicht wie viele physikalischen Kräfte, wie das Licht, die Schwere, durch Thätigkeiten kund geben, welche täglich die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich ziehen; es sind Kräfte, welche nicht in Entfernungen wirken, deren Aeußerungen nur bei der unmittelbaren Berührung verschiedenartiger Materien wahrnehmbar sind. Es gehörten Jahrtausende dazu, um die Welt von Erscheinungen zu schaffen, woraus die Chemie zu Lavoisier's Zeiten bestand. Unzählige Beobachtungen mußten gemacht sein, ehe man im Stande war, die auffallendste chemische Erscheinung, das Brennen eines Lichtes, zu erklären, ehe man die

verborgenen Fäden auffand, welche zum Bewußtsein führten, daß das Rosten des Eisens in der Luft, das Bleichen der organischen Farben, der Athmungsprozeß der Thiere abhängig von derselben Ursache ist.

Um zu den chemischen Kenntnissen zu gelangen, über die wir heute verfügen, war es nöthig, daß tausende von Männern mit allem Wissen ihrer Zeit ausgerüstet, von einer unbezwinglichen, in ihrer Heftigkeit an Raserei grenzenden Leidenschaft erfüllt, ihr Leben und Vermögen und alle ihre Kräfte daransetzten, um die Erde nach allen Richtungen zu durchwühlen, daß sie, ohne müde zu werden und zu erlahmen, alle bekannten Körper und Materien, organische und unorganische, auf die verschiedenartigste und mannichfaltigste Weise mit einander in Berührung brachten; es war erforderlich, daß dieß fünfzehn Jahrhunderte hindurch geschah. Es war ein mächtiger unwiderstehlicher Reiz der die Menschen antrieb, sich mit einer Geduld und Ausdauer, die ohne Beispiel in der Geschichte ist, mit Arbeiten zu beschäftigen, welche kein Bedürfniß der Zeit befriedigten. Es war das Streben nach irdischer Glückseligkeit.

Eine wunderbare Fügung pflanzte in die Gemüther der weisesten und erfahrensten Männer die Idee der Existenz eines in der Erde verborgenen Dinges, durch dessen Auffindung der Mensch in den Besitz dessen gelangen kann, was die höchsten Wünsche der höheren

Sinnlichkeit umschließt: Gold, Gesundheit und langes Leben. Das Gold gibt die Macht, ohne Gesundheit gibt es kein Genießen, und das lange Leben tritt an die Stelle der Unsterblichkeit. (Göthe.)

Diese drei obersten Erfordernisse der irdischen Glückseligkeit glaubte man vereinigt in dem Stein der Weisen; die Aufsuchung der jungfräulichen Erde, des Mittel's zur Darstellung der geheimnißvollen Substanz, welche in der Hand des Weisen oder Wissenden jedes unedle Metall in Gold verwandelt, das, wie man später glaubte, in seiner höchsten Vollkommenheit als Arzneimittel gebraucht alle Krankheiten heilt, den Körper verjüngt und das Leben verlängert, war über tausend Jahre lang der alleinige und Hauptzweck aller chemischen Arbeiten.

Um das Wesen der Alchemie richtig aufzufassen und zu beurtheilen, muß man sich daran erinnern, daß man bis zum sechszehnten Jahrhundert die Erde für den Mittelpunkt des Weltalls hielt, das Leben und die Schicksale der Menschen wurden als in engster Verbindung stehend betrachtet mit der Bewegung der Gestirne. Die Welt war ein großes Ganzes, ein Organismus dessen Glieder in ununterbrochener Wechselwirkung standen. „Nach der Erde hin strahlen von allen Enden des Himmels die schöpferischen Kräfte und bestimmen das Irdische.“ (Roger Baco). „Ißt Jemand ein Stück Brod, sagt Paracelsus, genießt er nicht in demselben Himmel und Erde und alle Ge-

stirne, in so fern der Himmel durch seinen befruchtenden Regen, die Erde durch das Feld und die Sonne durch ihre leuchtenden und erwärmenden Strahlen an der Hervorbringung desselben mitgewirkt haben und das Ganze im Einzelnen gegenwärtig ist.“ Was auf der Erde geschah, stand am Himmel in Sternenschrift, das am Himmel geschriebene mußte auf der Erde geschehen, Mars oder Venus, oder ein anderer Planet regierten von der Geburt an die Thaten und Erlebnisse der einzelnen Menschen; die in ihrer Erscheinung regellosen Kometen galten als drohende Schriftzeichen der Bedrängniß und Noth ganzer Völkerschaften.

Die Erkenntniß und Betrachtung der Natur und ihrer Kräfte umfaßte die Wissenschaft der Magie; mit der Heilkunst verbunden galt sie für einen Inbegriff geheimer Weisheit. In den Erscheinungen des organischen Lebens, in großartigen Naturwirkungen, im Donner und Blitz, im Sturm und Hagel erkannte man das Walten unsichtbarer Geister. Was ein Denker sich durch Beobachtung erworben hatte, war ein Besitz, dessen Quelle der Menge nicht erkennbar war, er war ein Zeichen des Verkehrs mit übernatürlichen Wesen, sein Wissen galt als Macht, mit ihm beherrschte er die Geister. „Die Dämonen, sagt Cäsalpinus, erkennen durch den innern Sinn, ohne eines Körpers zu bedürfen, aber ohne natürliche Mittel können sie auf Menschen und Thiere keinen Ein-

fluß äußern. — Die von der argen Art erregen die Beherungen und allerlei Unfälle." Vier Jahrhunderte lang brachte die Jurisprudenz der Idee des Bestehens von Bündnissen der Menschen mit dem bösen Geiste tausende von Menschenopfern; man war überzeugt von der Existenz von Verträgen der seltsamsten Art, insofern keine der Parteien irgend einen Nutzen daraus zog, denn die Unglücklichen, welche ihre Seele dem Teufel verschrieben hatten, lebten größtentheils im Elend und tiefer Armuth und tauschten dafür nicht einmal weltliche Freuden ein, und ihr Antheil an himmlischer Seligkeit, welchen der Teufel erwarb, war für ihn ein werthloser Besitz. (Carriere.)

Mit diesem Zustande der Entwickelung des menschlichen Geistes verglichen war die Alchemie in Beziehung auf Naturerkenntniß andern Naturwissenschaften voraus, die Chemie stand damals und bis zum 15. Jahrhundert auf derselben Stufe, sie war in ihrer Ausbildung nicht weiter zurück wie die Astronomie.

Die Idee des Steins der Weisen, als eines Mittels zur Verwandlung der unedlen Metalle in Gold, wurde vorzüglich durch die Araber von Aegypten aus verbreitet. Durch die Eroberung von Aegypten gelangten die Araber in den Besitz von naturwissenschaftlichen Kenntnissen, ursprünglich vielleicht der Erwerb einer eifersüchtigen Priesterkaste, welche als Mysterien in den Tempeln gelehrt, nur den Eingeweihten zugänglich waren.

Schon Herodot und Plato hatten in diesem merkwürdigen Lande Unterricht und Belehrung gefunden. Neunhundert Jahre vor der Eroberung war bereits in der alexandrinischen Akademie ein Mittelpunkt wissenschaftlicher Thätigkeit gebildet, und noch zur Zeit der Verbrennung der großen Büchersammlung durch die Araber war Alexandrien der Sitz und der wichtigste Zufluchtsort griechischer Wissenschaft. In diesem geistig frischen Volke, in welchem der Fatalismus Mahomeds im Widerspruch mit der Entwickelung der Heilkunde, so wie die Gebote ihres religiösen Gesetzbuches, welche das Grübeln ausdrücklich untersagten, die Pflege der Wissenschaften, der Medizin, der Astronomie, der Mathematik nicht zu hindern vermochte, fanden die Vorstellungen der alexandrinischen Gelehrten, über Metallverwandlung einen empfänglichen, vorbereiteten und fruchtbaren Boden.

Zur Zeit als Bagdad, Bassare und Damaskus Mittelpunkte des Welthandels waren, gab es kein Volk der Erde, welches geschickter und thätiger im Erwerb und begieriger nach Gewinn und Gold war, als die Araber. In ihren Mährchen und Sagen sind uns die Lieblingswünsche der damaligen Zeit, die bewegenden Ursachen der Thätigkeit des Volkes aufbewahrt. Während die Elfen und Nixen, die Zwerge und Undinen der germanischen Sagen Spender von Schwertern waren, denen kein Feind wi-

derstand, oder von Salben, welche alle Wunden heilten, von Bechern, die sich niemals leerten, oder Tischen, die immer gedeckt waren, sind die Geister der Tausend und einen Nacht, stets die Bewahrer von unermeßlichen Schätzen, die Hüter von Gärten mit Blumen von Gold und Früchten von edlen Steinen. Die Wunderlampe der arabischen Erzähler, durch welche der Mensch in den Besitz dieser Herrlichkeiten gelangen konnte, war offenbar als etwas ebenso Erreichbares und Wirkliches angesehen, als wie die Besen, auf welchen viele Jahrhunderte später die Hexen auf den Blocksberg ritten, um in rasenden Tänzen die Walpurgisnacht zu feiern, sie gestaltete sich in Egypten in den Stein der Weisen.

Durch die arabischen Hochschulen wurde das Streben nach der Auffindung des Steins der Weisen und damit der Erwerb chemischer Kenntniß und die ganze wissenschaftliche Richtung dem nordwestlichen Europa mitgetheilt. Nach dem Muster der Hochschulen zu Cordova, Sevilla, Toledo, welche seit dem 10. Jahrhundert von Wißbegierigen aus allen Ländern besucht wurden, entstanden zu Paris, Salamanka, Padua ꝛc. Sitze der Wissenschaften, und dem Culturzustand der damaligen Zeit gemäß wurden die christlichen Geistlichen die alleinigen Besitzer und Verbreiter der Forschungen der arabischen Gelehrten; noch viele Jahrhunderte später blieb die sprichwörtlich gewordene dunkle Erklärungsweise der

egyptischen Priester, ihr mystischer, bilderreicher, mit religiösen Ideen gemischter Styl der Alchemie eigenthümlich.

Aus den Schriften Geber's, des Plinius des achten Jahrhunderts, ergibt sich ein Umfang von chemischen Erfahrungen, welcher für diese Zeit Bewunderung erweckt und die Theorien der großen Naturforscher des 13. Jahrhunderts, Roger Baco's und des Albert's von Bollstadt (Albertus Magnus, Bischoff in Regensburg) können an Ideenreichthum und umfassender Naturanschauung nur mit denen der neueren naturphilosophischen Schulen verglichen werden.

Wie wir noch heute die Körper nach ihrer Aehnlichkeit oder Gleichheit in gewissen Eigenschaften in Gruppen ordnen, ganz so geschah dieß zu Geber's Zeit. Die Metalle haben gewisse Grundeigenschaften gemein, der Metallglanz gehört allen an, es gibt Metalle, welche im Feuer unveränderlich sind, es waren die sogenannten edlen Metalle; die Mehrzahl der andern verliert im Feuer den Glanz und die Dehnbarkeit; es waren dieß die unvollkommnen, die sogenannten Halbmetalle.

Dem Metallglanz nach konnte damals der Bleiglanz, der Schwefelkies von den Metallen nicht getrennt werden, der Bleiglanz stand dem Blei, der Schwefelkies dem Golde in der Farbe nahe. Aus dem Bleiglanz und dem Schwefelkies konnte Schwefel ausgetrieben

werden, aus dem ersteren erhielt man ohne Aenderung der Farbe und des Glanzes metallisches, dehnbares, schmelzbares Blei, was war natürlicher, als zu glauben, daß der Schwefel ein Bestandtheil der Metalle sei, durch dessen Verhältniß ihre Eigenschaften bedingt seien. Durch Austreiben vom Schwefel wurde der Bleiglanz in Blei verwandelt, war es nicht wahrscheinlich, daß durch Entfernung von etwas mehr Schwefel eine noch größere Veredelung des Bleies zu Silber bewirkt werden könnte?

Die Verdampfbarkeit des Quecksilbers war bekannt, was war natürlicher, als vorauszusetzen, daß der Verlust der metallischen Eigenschaften bei der Verkalkung der unvollkommnen Metalle durch das Feuer, daß das Rosten derselben auf einer Entweichung von flüchtigem Merkur beruhe?

Noch heute setzt die gewöhnliche Erfahrung in allen Stoffen, welche eine Farbe besitzen, einen Farbestoff voraus; die rothe Farbe des Rubins, die grüne des Smaragds, die blaue des Saphirs beruht auf ähnlichen Ursachen wie die Farbe der gefärbten Zeuge. Das weiche Eisen kann durch eine kleine Beimischung eines fremden Körpers hart, das harte Roheisen durch eine gewisse Behandlung weich und dehnbar gemacht werden, das rothe Kupfer kann durch Behandlung mit Galmei eine dem Golde ähnliche Farbe erhalten, dasselbe Metall durch Arsenik

silberweiß erhalten werden; das Gold erhält durch Erhitzen mit Salmiak eine rothgelbe Farbe, durch Borax wird es bleich; in gewöhnlicher Dinte (welche Kupfervitriol enthält) verwandlen unsere Kinder noch heute das Eisen in Kupfer, indem jenes, für die Wahrnehmung verschwindet; aus dem Sand gewisser Flüsse erhielt man Gold, aus rothem Lehm mit Oel geglüht bekam man Eisen.

Was war dem unerfahrnen Geiste natürlicher, als zu glauben, daß die Eigenschaften der Metalle, von Dingen, von gewissen Bestandtheilen herrühren, daß durch Entziehung oder Hinzuführung von gewissen Stoffen, das Blei oder Kupfer die Eigenschaften des Silbers oder Goldes erlangen könne; die unvollkommene Tinktur gab die Farbe, eine vollkommnere konnte die fehlenden Eigenschaften geben?!

Daß die alten Alchemisten Schwefelverbindungen der Metalle für Metalle selbst hielten, wird Niemand in Verwunderung setzen, welcher weiß, daß die heutigen Chemiker 26 Jahre lang ein Oxid (Uranoxidul) und eine Stickstoffverbindung (Stickstofftitan) für einfache Metalle angesehen und gehalten haben.

Es gibt, sagt Geber, wie diese, in seinem Sinne, unzweifelhaften Thatsachen beweisen, Mittel der Erzeugung und Verwandlung der Metalle, und zwar bestehen sie aus dreierlei Medizinen. Die der ersten Ordnung sind die rohen Materialien wie sie die Natur liefert (Erze).

Die der zweiten Ordnung sind die durch chemische Processe gereinigten der ersten Ordnung; durch weitere Veredelung und Fixirung entsteht die Medizin der dritten Ordnung, dies ist das große Magisterium, die rothe Tinktur, das große Elixir, der Stein der Weisen.

In allen Metallen, so glaubte man, ist ein Princip enthalten, welches ihnen den Charakter der Metallität ertheilt, es ist der Mercur der Weisen; Bereicherung eines unedlen Metalls an dem Princip ist Veredelung desselben. Zieht man aus irgend einem Stoff oder Metall das metallische Princip aus, steigert man seine Kraft durch Läuterung und stellt so die Quintessenz der Metallität dar, so hat man den Stein der auf unreife Metalle gebracht diese in edle verwandelt. Die Wirkung des Steins der Weisen wurde von Vielen ähnlich der eines Ferments angesehen. „Verwandelt nicht die Hefe die Pflanzensäfte, das Zuckerwasser durch die Umsetzung der Bestandtheile in das verjüngende und stärkende Wasser des Lebens (aqua vitae), bewirkt es nicht die Ausscheidung aller Unreinigkeiten! Verwandelt nicht der Sauerteig das Mehl in nährendes Brod!" (Georg Rippel. 15. Jahrhundert.)

In seiner größten Vollkommenheit, als Universal genügte nach Roger Baco ein Theil, um eine Million Theile, nach Raymund Lullus sogar tausend Billion Theile unedles Metall in Gold zu verwandeln. Nach Basilius Valentinus erstreckt sich seine Kraft

nur auf 70 Theile, nach John Price (dem letzten Goldmacher des 18. Jahrhunderts) nur auf 30 — 60 Theile unedles Metall.

Zur Darstellung des Steins der Weisen gehörte vor allem die rohe erste Materie, die Adamserde, jungfräuliche Erde, sie ist zwar überall verbreitet, aber ihre Auffindung an gewisse Bedingungen, welche nur der Eingeweihte kennt, geknüpft. Hat man diese, sagt Isaac Hollandus, so ist die ganze Darstellung des Steins ein Werk der Weiber, ein Spiel für Kinder. Aus der materia prima cruda oder remota, erhält der Philosoph den Mercur der Weisen, verschieden von dem gemeinen Quecksilber, die Quintessenz, die Bedingung der Erzeugung aller Metalle. Zu diesem wird philosophisches Gold gesetzt und die Mischung in einem Brütofen, welcher die Gestalt eines Ei's haben muß, längere Zeit gelassen. Man erhält jetzt einen schwarzen Körper, das Rabenhaupt, Caput Corvi, welcher nach längerem Verweilen in der Wärme sich in einen weißen verwandelt, dieß ist der weiße Schwan. Bei längerem und stärkerem Feuer wird die Materie gelb und endlich glänzend roth und mit dieser ist das große Werk vollbracht.

Andere Beschreibungen der Bereitungsmethode des Steines der Weisen sind durch Einmischung mystischer Anschauungsweisen noch dunkler und geheimnißvoller. Die Gewohnheit, Zeitlängen mittelst Gebeten zu bestim-

men, ging im 10. und 12. Jahrhundert in die Laborato-rien der Alchemisten über, und es ist leicht erklärlich, wie allmälig das Gelingen der Operation wesentlich be-dingt von der Wirksamkeit des Gebetes angesehen wurde, was ursprünglich nur die Dauer derselben bezeichnen sollte. Im 17. Jahrhundert war die Umkehrung alche-mistischer Ideen in religiöse Begriffe so vollkommen, daß man für letztere häufig die alchemistischen Ausdrücke gebrauchte. In den Schriften der mystischen Secten (z. B. des Schwärmers Jacob Böhme, † 1624) be-deutet Stein der Weisen nicht mehr die golderzeugende Substanz, sondern „Bekehrung", der irdene Ofen ist der irdische Leib, der grüne Löwe der Löwe David's ꝛc.

Vor der Erfindung der Buchdruckerkunst war es leicht, das, was ein Alchemist erforscht hatte, geheim zu halten, er tauschte es nur gegen die Erfahrungen ande-rer Eingeweihten aus; Die chemischen Processe, welche sie bekannt machten, sind klar und verständlich, insoweit dieselben zu keinem Resultate in Hinsicht auf den Hauptzweck ihres Strebens führten; ihre Ansichten und Arbeiten über das große Magisterium drückten sie in Bildern und Symbolen aus: in einer unverständlichen Sprache sagten sie was ihnen selbst nur dämmernde Ver-muthung war.

Worüber man am meisten sich wundern muß, ist offenbar der Umstand, daß die Existenz des Steins der

Weisen so viele Jahrhunderte hindurch als eine über jeden Zweifel erhabene Wahrheit gelten konnte, obwohl ihn keiner besaß, und jeder nur behauptete, daß ihn ein anderer besitze.

Wer konnte in der That einen Zweifel hegen, nachdem van Helmont erzählt hatte (1618), daß ihm mehrmals von unbekannter Hand ¼ Gran des kostbaren Körpers zugestellt worden sei, womit er acht Unzen Quecksilber in reines Gold verwandelt habe! Hatte nicht Helvetius, der ausgezeichnete Leibarzt des Prinzen von Oranien, der bittere Widersacher der Alchemie, selbst in seinem **Vitulus aureus quem mundus adorat et orat** (1667) erzählt, die bündigsten Beweise der Existenz des Steins der Weisen erhalten zu haben? Denn er, der Zweifler, hatte von einem Fremden ein Stückchen von der Größe eines halben Rübsamenkorns erhalten, und damit in Gegenwart seiner Frau und seines Sohnes 6 Drachmen Blei in Gold verwandelt, was die Prüfung der Münzwardeine in Haag bestand! Wurden nicht in Gegenwart des Kaisers Ferdinand III. zu Prag (1637—1657) mit Hülfe von einem Gran eines rothen Pulvers, welches er von einem gewissen Richthausen, und dieser von einem Unbekannten erhalten hatte, durch den Oberbergmeister Graf von Ruß drittehalb Pfund Quecksilber in feines Gold verwandelt, woraus eine große Medaille geprägt wurde (Kopp IV. 171), worauf

der Sonnengott (Gold) dargestellt war, Mercurs Schlangenstab haltend (um die Entstehung aus dem Quecksilber anzudeuten) mit der Umschrift **Divina Metamorphosis exhibita Pragae XV. Jan. An. MDCXLVIII in Praesentia Sac. Caes. Maj. Ferdinandis Tertii etc.** (sie soll noch 1797, wie J. F. Gmelin berichtet, sich in der Schatzkammer zu Wien befunden haben.) Auch der Landgraf von Hessen-Darmstadt, Ernst Ludwig hatte, so erzählen die Alchemisten, von unbekannter Hand ein Päckchen mit rother und weißer Tinktur erhalten, nebst Anweisung sie zu gebrauchen. Von dem Golde, was er damit aus Blei darstellte, wurden Dukaten geprägt, und aus dem Silber die hessischen Speciesthaler von 1717, auf welchen steht **Sic Deo placuit in tribulationibus.** (Kopp II. 172.).

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß es den Liebhabern der Alchemie in den eben bezeichneten Fällen ergangen ist, wie dem berühmten und hochverdienten Professor der Theologie Joh. Sal. Semler in Halle († 1791) der sich 1786 mit einer damals berühmten Universalarznei, welche ein gewisser Baron von Hirsch unter dem Namen Luftsalz feil bot, beschäftigte; er glaubte gefunden zu haben, daß in diesem Salze, angefeuchtet und warm gehalten, sich Gold erzeuge. Er schickte 1787 eine Portion dieses Salzes sammt darin gewachsenem Golde an die Akademie zu Berlin. Klaproth der es

untersuchte, fand darin Glaubersalz, Bittersalz in ein Harnmagma eingehüllt und Blattgold in hübschen Dimensionen. Semler schickte auch an Klaproth Salz, in welchem noch kein Gold gewachsen sei, und einen Liquor, welcher „den Goldsamen enthalte und das Luftsalz in der Wärme befruchte," es zeigte sich indeß, daß das Salz bereits mit Gold vermengt war. Semler glaubte fest an die Entstehung des Goldes, er schrieb 1788: „Zwei Gläser tragen Gold, alle fünf oder sechs Tage nehme ich es ab, immer 12 — 15 Gran, zwei bis drei andere sind auf dem Wege, und das Gold blüht unten durch." Eine neue Sendung an Klaproth in Blättern von 4—9 Quadratzoll zeigte, daß die Pflanze sich verschlechtert hatte, sie trug jetzt unächtes Gold, Tomback. Die Sache klärte sich dahin auf, daß Semler's Diener, welcher des Treibhauses warten sollte, Gold in die Gläser gelegt hatte, um seinen Herrn zu vergnügen, bei einer Verhinderung des Dieners übernahm dessen Frau das Geschäft, welche indeß der Meinung war, daß unächtes Gold wohlfeiler sei und denselben Zweck erfülle.

Im 14. 15. und 16. Jahrhundert war man aber mit den Mitteln ächtes Gold und Silber von gold- und silberähnlichen Gemischen zu unterscheiden, nicht so vertraut als zu Semler's Zeit. Die großartigen Betrügereien, welche von den Goldmachern verübt wurden, ver-

mochte den Glauben an die Wirklichkeit der Metallverwandlung nicht zu schwächen; Heinrich VI. von England (1423) forderte in vier aufeinanderfolgenden Dekreten alle Edle, Doktoren, Professoren und Geistlichen auf, sich dem Studium der Kunst nach Kräften zu widmen, damit man Mittel gewinne, die Staatsschulden zu bezahlen. Die Geistlichen, namentlich, meinte der König, sollten sich um die Erfindung des Steins der Weisen bemühen, da sie ja Brod und Wein in Christi Leib und Blut verwandlen könnten, so werde es ihnen mit Gottes Hülfe auch gelingen, eine Verwandlung der unedlen Metalle in Gold zu bewirken. Welchen Erfolg diese Dekrete hatten, wird man daraus entnehmen können, daß das schottische Parlament in allen Häfen des Reichs, und namentlich an der Grenze zu wachen befahl, daß kein falsches Geld eingebracht werde, und es sollen die Nachkommen dieser Goldmacher noch jetzt in Birmingham bestehen.

Im 16. Jahrhundert befanden sich Alchemisten an allen Höfen der Fürsten; Kaiser Rudolph II., Friedrich von der Pfalz waren als Gönner der Alchemie berühmt. In allen Ständen beschäftigte man sich mit dem Goldmachen, und strebte in den Besitz des großen Geheimnisses zu gelangen. Ganz ähnlich wie heutzutage von Fürsten, Privatpersonen und Gesellschaften große Summen für bergmännische Unternehmungen zur Aufsuchung

von Erzen, Steinkohlen oder Salzlagern verwendet werden, so geschah es im 16. und 17. Jahrhundert für die zur Entdeckung des Steins der Weisen nöthigen Arbeiten. Eine Menge Abenteurer tauchten auf, welche an den Höfen der Mächtigen das Glück versuchten als Adepten (Besitzer des Geheimnisses) zu gelten, aber es war ein gefährliches Spiel. Denn diejenigen, denen es an dem einen oder andern Hofe gelang, durch geschickt ausgeführte Metallverwandlungen sich als Adepten zu legitimiren, und welche Ehre und reichen Lohn davontrugen, scheiterten zuletzt an andern, und ihr Ende war in der Regel in einem mit Flittergold beklebten Kleide an gleichfalls vergoldete Galgen aufgehängt zu werden. Die andern, welche des Betruges nicht überführt werden konnten, büßten in den Händen habsüchtiger Fürsten, durch Gefangenschaft und Folterqualen, die Ehre, Besitzer des Steins der Weisen zu sein. Das grausame Verfahren gegen diese galt als der stärkste Beweis für die Wahrheit ihrer Kunst. (Kopp.)

Baco von Verulam, Luther, Benedict Spinoza, Leibnitz glaubten an den Stein der Weisen und an die Möglichkeit der Metallverwandlung, und es zeigen die Urtheilssprüche juristischer Fakultäten, welche Tiefe und welchen Umfang die Ideen dieser Zeit gewonnen hatten. Die juristische Fakultät zu Leipzig erklärte (1580) in ihrem Urtheil gegen David Beuther diesen für über-

wiesen der Kenntniß des Steins der Weisen, und im Jahr 1725 gab dieselbe Fakultät ein Gutachten ab, in der Sache der Gräfin Anna Sophie von Erbach gegen ihren Gemahl Graf Friedrich Karl. Die erstere hatte auf ihrem Schlosse Frankenstein einem als Wilddieb verfolgten Flüchtling Schutz gewährt, und zum Dank dieser, der ein Adept war, der Gräfin das Silbergeschirr in Gold verwandelt. Der Graf nahm die Hälfte davon in Anspruch, weil der Zuwachs des Werthes auf seinem Gebiete und in der Ehe erworben sei. Die Rechtsfakultät entschied gegen ihn, weil das streitige Objekt vor der Verwandlung Eigenthum der Gräfin gewesen sei, und sie durch die Verwandlung das Besitzrecht nicht verlieren könne. (Kopp).

Man ist in unserer Zeit nur zu sehr geneigt, die Ansichten der Schüler und Anhänger der arabischen Schule und der späteren Alchemisten über Metallverwandlung als eine Verirrung des menschlichen Geistes anzusehen und seltsamer Weise zu beklagen; aber der Begriff des Wandelbaren und Veränderlichen entspricht der allgemeinsten Erfahrung und geht dem des Unveränderlichen stets voraus. Erst durch die Einführung der Daltonischen Lehre wurde in der Annahme fester, nicht weiter theilbarer Theilchen (Atome) der Begriff von chemisch einfachen Körpern in der Wissenschaft festgestellt; aber die Vorstellung die man damit verbindet, ist so wenig naturge=

mäß, daß kein Chemiker der gegenwärtigen Zeit die Metalle für einfache unzerlegbare Körper, für Elemente hält. Noch vor einer kleinen Anzahl Jahre glaubte Berzelius fest an die Zusammengesetztheit des Stickstoffs, des Chlors, Broms und Jods, und wir lassen die einfachen Körper nicht deßhalb für solche gelten, weil wir wissen, daß sie unzerlegbar sind, sondern weil ihre Zerlegbarkeit wissenschaftlich in diesem Augenblick nicht beweisbar ist. Wir halten es aber nicht für unmöglich, daß dieß Morgen geschehe. Im Jahr 1807 galten die Alkalien, alkalische Erden und Erden für einfache Körper von denen wir durch H. Davy wissen, daß sie zusammengesetzt sind.

In dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts glaubten viele der ausgezeichnetsten Naturforscher, an die Verwandelbarkeit des Wassers in Erde, und es war diese Meinung so verbreitet, daß es der größte Chemiker seiner Zeit, Lavoisier, für angemessen hielt, durch eine Reihe schöner Versuche, die Gründe, worauf sie sich stützte, einer Untersuchung zu unterwerfen und den Irrthum darzuthun. Die Erzeugung von Kalk während der Bebrütung der Hühnereier, die von Eisen und Metalloxiden in dem thierischen und vegetabilischen Lebensprozeß, fand noch in diesem Jahrhundert warme und scharfsinnige Vertheidiger.

Die Unkenntniß der Chemie und ihrer Geschichte ist

der Grund der sehr lächerlichen Selbstüberschätzung, mit welcher Viele auf das Zeitalter der Alchemie zurückblicken, wie wenn es möglich oder überhaupt denkbar wäre, daß über tausend Jahre lang, die kenntnißreichsten und scharfsinnigsten Männer, ein Baco von Verulam, Spinoza, Leibnitz eine Ansicht für wahr hätten halten können, der aller Boden gefehlt, welche keine Wurzel gehabt hätte? Muß nicht im Gegentheil als ganz unzweifelhaft vorausgesetzt werden, daß die Idee der Metallverwandlung mit allen Beobachtungen dieser Zeit in vollkommenster Uebereinstimmung und mit keiner im Widerspruch stand?

In der ersten Stufe der Entwickelung der Wissenschaft, konnten die Alchemisten über die Natur der Metalle keine andere Vorstellung haben, als die, welche sie hatten, keine andere Vorstellung war zulässig oder möglich, sie war darum naturgesetzlich nothwendig. Ohne diese Idee würde die Chemie in ihrer gegenwärtigen Vollendung nicht bestehen, und um sie ins Leben zu rufen und in 1500 oder 2000 Jahren auf den Standpunkt zu bringen, auf dem sie sich heute befindet, würde sie aufs neue geschaffen werden müssen. Man sagt, daß die Vorstellung des Steins der Weisen ein Irrthum gewesen sei, aber alle unsere Ansichten sind aus Irrthümern hervorgegangen. Was wir heute für wahr halten ist vielleicht morgen schon ein Irrthum.

Eine jede Theorie, welche zum Arbeiten antreibt, den Scharfsinn weckt und die Beharrlichkeit erhält, ist für die Wissenschaft ein Gewinn, denn die Arbeit ist es, welche zu Entdeckungen führt. Die drei Kepler'schen Gesetze, welche als die Grundlage der heutigen Astronomie gelten, sind nicht aus richtigen Vorstellungen über die Natur der Kraft, welche die Planeten in ihren Bahnen und ihrer Bewegung erhält, hervorgegangen, sondern es sind einfache Resultate der Experimentirkunst, d. h. der Arbeit.

Die lebhafteste Einbildungskraft, der schärfste Verstand ist nicht fähig, einen Gedanken zu ersinnen, welcher vermögend gewesen wäre, mächtiger und nachhaltiger auf den Geist und die Kräfte der Menschen einzuwirken, als wie die Idee des Steins der Weisen. Es war dieselbe Macht, welche mit und nach Columbus tausende von Abenteurer ihr Vermögen und Leben wagen ließ um eine neue Welt zu entdecken, welche in unsern Tagen hunderttausende treibt die Felsengebirge des Westens in Amerika zu übersteigen, um Cultur und Gesittung gleichmäßig auf diesem Theil des Erdballs zu verbreiten.

Um zu wissen, daß der Stein der Weisen nicht existirte, mußte alles der Untersuchung und Beobachtung Zugängliche, entsprechend den Hülfsmitteln der Zeit, untersucht und beobachtet werden; darin liegt eben der ans Wunderbare gränzende Einfluß dieser Idee; ihre Macht

konnte erst gebrochen werden, wenn die Wissenschaft eine gewisse Stufe ihrer Vollendung erreicht hatte; Jahrhunderte hindurch, wenn Zweifel erwachten, und die Arbeitenden in ihren Bemühungen ermatteten, da trat zu rechter Zeit ein räthselhafter Unbekannter auf, der einen hervorragenden glaubwürdigen Mann von der Wirklichkeit des großen Magisteriums überzeugte.

Ein der Wissenschaft Unkundiger, der sich die Mühe gibt, eine einzige Seite eines Handbuchs der Chemie durchzulesen, muß in Erstaunen versetzt werden, von der Masse der einzelnen Thatsachen, welche darauf verzeichnet sind; ein jedes Wort beinahe in einem solchen Werk drückt eine Erfahrung, eine Erscheinung aus. Alle diese Erfahrungen boten sich dem Beobachter nicht von selbst dar, sie mußten mühsam aufgesucht und errungen werden. Auf welchem Standpunkt wäre die heutige Chemie ohne die Schwefelsäure, welche eine über tausend Jahre alte Entdeckung der Alchemisten ist, ohne die Salzsäure, die Salpetersäure, das Ammoniak, ohne die Alkalien, die zahllosen Metallverbindungen, den Weingeist, Aether, den Phosphor, das Berlinerblau. Es ist unmöglich sich eine richtige Vorstellung von den Schwierigkeiten zu machen, welche die Alchemisten in ihren Arbeiten zu überwinden hatten, sie waren die Erfinder der Werkzeuge und der Prozesse, welche zur Gewinnung ihrer Präparate dienten, sie waren genöthigt,

alles was sie brauchten mit ihren eignen Händen darzustellen.

Die Alchemie ist niemals etwas anderes als die Chemie gewesen; ihre beständige Verwechslung mit der Goldmacherei des 16. und 17. Jahrhunderts ist die größte Ungerechtigkeit. Unter den Alchemisten befand sich stets ein Kern ächter Naturforscher, die sich in ihren theoretischen Ansichten häufig selbst täuschten, während die eigentlichen Goldköche sich und andere betrogen. Die Alchemie war die Wissenschaft, die Goldmacherei schloß alle technisch-chemischen Gewerbzweige in sich ein. Was Glauber, Böttger und Kunkel in dieser Richtung leisteten, kann kühn den größten Entdeckungen unsers Jahrhunderts an die Seite gestellt werden..

Manche leitende Ideen der gegenwärtigen Zeit erscheinen dem, welcher nicht weiß, was die Wissenschaft bereits geleistet hat, so ausschweifend wie die der Alchemisten. Nicht die Verwandlung der Metalle, welche den Alten so wahrscheinlich schien, sondern viel seltsamere Dinge halten wir für erreichbar. Wir sind an Wunder so gewöhnt worden, daß wir uns über Nichts mehr wundern. Wir befestigen die Sonnenstrahlen auf Papier und senden unsere Gedanken in die größten Entfernungen mit der Schnelligkeit des Blitzes. Wir schmelzen Kupfer im Wasser und gießen daraus Bildsäulen in der Kälte. Wir lassen Wasser, sogar Quecksilber in roth-

glühenden Tiegeln zu Eis, zu festem, hämmerbarem Quecksilber gefrieren, und halten es für möglich, ganze Städte aufs glänzendste zu beleuchten, mit Lampen ohne Flamme, ohne Feuer, und zu denen die Luft keinen Zutritt hat. Wir stellen eine der kostbarsten Mineralsubstanzen, den Ultramarin, fabrikmäßig dar, und glauben, daß morgen oder übermorgen jemand ein Verfahren entdeckt aus einem Stück Holzkohle einen prächtigen Diamanten, aus Alaun Saphire oder Rubine, aus Steinkohlentheer den herrlichen Farbstoff des Krapps oder das wohlthätige Chinin, oder das Morphin zu machen; es sind dieß lauter Dinge, welche entweder ebenso kostbar, oder weit nützlicher sind wie das Gold. Mit der Entdeckung dieser Dinge beschäftigen sich Alle und doch kein Einzelner. Es beschäftigen sich alle Chemiker damit, insofern sie die Gesetze der Veränderungen und Umwandlung der Körper erforschen, und es beschäftigt sich kein Einzelner damit, insofern keiner die Erzeugung des Diamants oder des Chinins zur Aufgabe seines Lebens wählt. Gäbe es einen solchen Mann, ausgerüstet mit den erforderlichen Kenntnissen, und dem Muth und der Beharrlichkeit der alten Goldmacher, er würde Aussicht haben diese Aufgabe zu lösen. Nach den neusten Entdeckungen über die organischen Basen ist es uns gestattet an alles dieses zu glauben, ohne Jemanden das Recht einzuräumen, uns als Goldmacher zu verlachen.

Die Wissenschaft hat uns bewiesen, daß der, alle diese Wunder vollbringende Mensch aus verdichteter Luft besteht, daß er von unverdichteter und verdichteter Luft lebt und sich in verdichtete Luft kleidet, daß er seine Nahrung mit Hülfe von verdichteter Luft zubereitet, und damit die größten Lasten mit der Schnelligkeit des Windes fortbewegt. Das seltsamste dabei ist, daß tausende dieser auf zwei Beinen gehenden Gehäuse von verdichteter Luft sich zuweilen des Zuflusses und des Erwerbs von verdichteter Luft wegen, die sie zur Ernährung und Kleidung bedürfen, oder ihrer Ehre und Macht wegen, in großen Schlachten durch verdichtete Luft vernichten, und daß viele die Eigenthümlichkeiten des unkörperlichen, selbstbewußten, denkenden und empfindenden Wesens, in diesem Gehäuse, als eine einfache Folge von dessen innerem Bau und der Anordnung seiner kleinsten Theilchen ansehen, während die Chemie den unzweifelhaften Beweis liefert, daß, was diese allerletzte, feinste, nicht mehr von den Sinnen wahrnehmbare Zusammensetzung betrifft, der Mensch identisch mit dem Ochs oder mit dem niedrigsten Thiere der Schöpfung sein sollte.

Um aber auf die Alchemie zurückzukommen, so vergißt man in ihrer Beurtheilung nur allzusehr, daß eine Wissenschaft einen geistigen Organismus darstellt, in welchem wie im Menschen, erst auf einer gewissen Stufe

der körperlichen Entwickelung das Selbstbewußtsein sich einstellt. Wir wissen jetzt, daß alle besonderen Zwecke der Alchemisten der Erreichung eines höheren Zieles dienten. Der Weg, der dazu führte, war offenbar der beste. Um einen Palast zu bauen, sind viele Steine nöthig, welche gebrochen, und viele Bäume, welche gefällt und behauen werden müssen. Der Plan kommt von Oben, nur der Baumeister kennt ihn.

Der Stein der Weisen den die Alten im dunklen unbestimmten Drange suchten, ist in seiner Vollkommenheit nichts anders gewesen als die Wissenschaft der Chemie. Ist sie nicht der Stein der Weisen, der uns verspricht die Fruchtbarkeit unserer Felder zu erhöhen und das Gedeihen vieler Millionen Menschen zu sichern, verspricht sie uns nicht anstatt sieben Körner deren acht und mehr auf demselben Felde zu erzielen? Ist nicht die Chemie der Stein der Weisen, welcher die Bestandtheile des Erdkörpers in nützliche Produkte umformt, welche der Handel in Gold verwandelt; ist sie nicht der Stein der Weisen der uns die Gesetze des Lebens zu erschließen verspricht, der uns die Mittel liefern muß, die Krankheiten zu heilen und das Lebens zu verlängern?

Eine jede Entdeckung schließt der Forschung immer ausgedehntere und reichere Gebiete auf; und in den Naturgesetzen suchen wir immer noch nach der jungfräulichen Erde; dieses Suchen wird kein Ende haben.

Der Mangel an Kenntniß der Geschichte ist der Grund, warum man häufig auch auf die zweite Periode der Chemie, auf die phlogistische mit Geringschätzung, ja mit einer Art von Verachtung zurückblickt. Unser Dünkel findet es unbegreiflich, daß die Versuche von Jean Rey über die Gewichtszunahme der Metalle beim sogenannten Verkalken unbeachtet bleiben, daß neben diesen die Idee des Phlogistons sich entwickeln und Bestand gewinnen konnte. Aber alle Bemühungen in diesem Zeitalter waren auf das Ordnen des Erworbenen gerichtet, nachdem das zu ordnende vorhanden war. Die Beobachtungen Jean Rey's sind für diese Periode ohne allen Einfluß gewesen, weil sie nicht in Verbindung gebracht waren mit dem Verbrennungsproceß überhaupt, denn wie viele Körper gab es nicht, welche unter denselben Umständen leichter wurden, oder welche ganz für die Wahrnehmung verschwanden. Das Ziel aller Arbeiten Becher's und Stahl's und ihrer Nachfolger war eben die Aufsuchung der Erscheinungen, welche in einerlei Klasse gehörten und einerlei Ursache ihrer Entstehung verdankten.

Daß die Verkalkung der Metalle und die Erzeugung der Schwefelsäure aus Schwefel sowie die Wiederherstellung der Metalle aus den Metallkalken und die des Schwefels aus der Schwefelsäure analoge Vorgänge seien und mit einander im Zusammenhange stehen; (Vor ihm wußte man ja nicht, daß in dem Eisenroste noch

Eisen, daß in der Schwefelsäure noch der Schwefel war, daß sie daraus wiedererzeugt werden konnten) diese große unvergleichliche Entdeckung bedingte den Fortschritt bis zu uns; in ihr liegt eine Wahrheit, welche heute noch als solche gilt und unabhängig ist von der Kenntniß des Gewichtes; ehe man anfangen konnte zu wiegen, mußte man wissen was gewogen werden soll; ehe man mißt, muß man eine Beziehung zwischen zwei Dingen kennen, welche festgestellt werden soll. Diese Beziehungen für den wichtigsten aller Prozesse, den Verbrennungsproceß entdeckt und dargethan zu haben, ist Stahl's unsterbliches Verdienst.

Wir schätzen die Thatsachen ihrer Unvergänglichkeit wegen und weil sie den Boden für die Ideen abgeben, den eigentlichen Werth empfängt aber die Thatsache erst durch die Idee die daraus entwickelt wird. Es fehlten Stahl die Thatsachen, aber die Idee ist sein Eigenthum. Cavendish und Watt waren beide die Entdecker der Zusammensetzung des Wassers, Cavendish stellte die Thatsachen fest, Watt die Idee. Cavendish sagt: aus brennbarer Luft und dephlogistisirter Luft entsteht Wasser; Watt sagt: Wasser besteht aus brennbarer Luft und dephlogistisirter Luft? In diesen Ausdrücken liegt ein großer Unterschied.

Eine allzugroße Schätzung der bloßen Thatsachen ist übrigens häufig ein Merkzeichen eines Mangels an richtigen

Ideen. Nicht der Reichthum sondern die Ideen-Armuth umgiebt sich mit einem Schwulst von Lappen, oder trägt alte, zerrissene, fadenscheinige oder unpassende Kleider.

Es gibt Ideen von einer Größe und Weite, daß sie auch völlig durchlöchert immer noch so viel Stoff übrig lassen, um die Denkkraft einer ganzen Generation ein Jahrhundert lang zu beschäftigen. Eine solche Idee war das Phlogiston.

Das Phlogiston war ursprünglich ein Begriff, und die Frage nach seiner materiellen Existenz so lange ohne alle Bedeutung, als die Idee desselben noch Früchte bringend für das Ordnen und befruchtend für neue Verallgemeinerungen war. Indem man die Eigenschaft des Gewichtes in die Erklärung mit aufnahm, entdeckte man das Maß der Abhängigkeit des Vorgang's von einem besonderen Bestandtheil der Luft, die Erscheinung an sich, war aber damit nicht besser wie früher erklärt. Das Verhältniß, um wie viel die Luft oder ein Körper beim Verbrennen schwerer wird, war Stahl nicht bekannt, und in welcher Beziehung der Zersetzungsprozeß, in dessen Folge Licht und Wärmeentwickelung statt haben, zu dem Verbindungsprozeß oder zu dem Leichter- oder Schwererwerden steht, dieß ist ein Problem, was heute noch zu lösen ist. Was Stahl für die Hauptsache hielt, lassen wir zur Seite liegen, dieß ist der Unterschied.

Was naturgesetzlich sich entwickelt kann nicht schneller gehen, als es geht. Erst nach der Be-

kanntschaft mit dem Verhalten der tastbaren Dinge, konnte eine Chemie der unsichtbaren Körper sich gestalten. Der heutige Begriff einer chemischen Verbindung ist aus der pneumatischen Chemie hervorgegangen, zu Stahl's Zeit war der Begriff von dem chemischen Charakter eines Gases oder der Luft noch nicht entwickelt. In der Volumabnahme, in dem Verschwinden eines Gases, da sah und erkannte man erst die chemische Anziehung. Hales sah (1727) aus einer Menge von Körpern, durch die Einwirkung des Feuers, Luft sich entwickeln; alles, was Luftform und Elasticität besaß, war für ihn Luft, der auffallende Unterschied des kohlensauren Gases, der brennbaren Gase und der gemeinen Luft fiel ihm gar nicht auf. Die Volumabnahme eines Gases bei Berührung mit Wasser, oder in der Verbrennung, erklärte er, nicht durch eine Auflösung oder durch Verbindung, sondern durch den Verlust des Ausdehnungsvermögens. Black's meisterhafte Untersuchungen legten den ersten Grund zur antiphlogistischen Chemie. Der Fundamentalversuch Lavoisier's, die Verkalkung und Wiederherstellung des rothen Quecksilberoxids und die Aufsaugung und Entwickelung eines Bestandtheils der Luft während dieser Prozesse, ist nur eine Nachahmung der Versuche Black's über den Kalk und die Alkalien. Als Black nachwies, daß der ätzende Kalk, wenn er an der Luft liegt, in milden Kalk übergeht, indem er an Gewicht zunimmt, als er zeigte, daß diese Gewichtszu=

nahme von der Aufnahme eines Gases (der Kohlensäure) aus der Luft herrührte, welches durch Hitze wieder ausgetrieben werden konnte, als er zeigte, daß die Gewichtsvermehrung dem Gewichte des aufgenommenen Gases entsprach, da begann die Epoche der quantitativen Untersuchungen. Das Phlogiston verlor seine Bedeutung, an die Stelle der Idee trat ein fest gegliedertes Band von Thatsachen.

Noch heute können viele Chemiker Kollectivnamen ähnlich dem Worte Phlogiston für Vorgänge, von denen man vermuthet, daß sie in einerlei Klasse gehören oder von derselben Ursache bedingt werden, nicht entbehren, aber anstatt hierzu Worte zu wählen, welche Dinge bezeichnen, wie dieß bis zu Ende des 17. Jahrhunderts gewöhnlich war, bedienen wir uns seit Berthollet eigends für diesen Zweck erfundener „Kräfte." So gibt es kaum etwas, was gegen die Regeln ächter Naturforschung mehr streitet als die Erfindung und der Gebrauch des Wortes Katalyse oder katalytische Kraft; wir alle wissen, daß in diesem Worte keine Wahrheit liegt, aber die Mehrzahl der Menschen kann aus Mangel an richtigen Begriffen des Wortes nicht entbehren und das Bedürfniß des Ordnens und Zusammenbindens wird demselben auch bei andern so lange Bestand verleihen, bis die Thatsachen, auf die es sich bezieht, in die ihnen zukommenden richtigen Gefächer eingereiht sind.

Man hat gesagt, daß eine jede Wissenschaft sich in drei Perioden entwickele, die erste sei die der Ahnung oder des Glaubens, die zweite die der Sophistik, die dritte endlich die der nüchternen Forschung. Die Alchemie hält man für die religiöse Periode der Wissenschaft, welche später Chemie hieß. Diese Ansicht ist entschieden falsch für alle inductiven Wissenschaften. Um das Wesen einer Naturerscheinung zu erforschen sind dreierlei Bedingungen zu erfüllen: Man muß zuerst die Erscheinung an sich, nach allen Seiten hin kennen lernen, sodann ermitteln, in welchem Zusammenhang diese Erscheinung mit andern Naturerscheinungen steht; und wenn alle diese Beziehungen entdeckt sind, so besteht die letzte Aufgabe darin, diesen Zusammenhang oder das Abhängigkeitsverhältniß zu messen, d. h. durch Zahlen festzustellen *). Die Wissenschaft der Chemie umfaßt alle

*) Die Erscheinung des Aufbrausens des Kalksteins und der Pottasche mit Säuren, ist seit den ältesten Zeiten bekannt gewesen; erst im 17. Jahrhundert nahm man wahr, daß es von der Entwicklung einer Luftart herrühre, verschieden von der gemeinen Luft, daß diese Luft in Mineralwassern vorkomme, bei der Gährung sich erzeuge und bei der Verbrennung von Kohle entstehe, daß Thiere darin ersticken, Flammen erlöschen. Es vergiengen Jahrhunderte, ehe man die E r s c h e i n u n g des Aufbrausens nach allen Seiten hin erkannt hatte, dann wurde entdeckt, daß die kaustische oder milde Beschaffenheit des Kalks und der Alkalien a b h ä n g i g sei von der Abwesenheit oder Anwesenheit

Erscheinungen der Körperwelt, welche durch eine gewisse Anzahl derselben Ursachen bedingt werden, und ihre geschichtliche Entwickelung zerfällt in drei Perioden, entsprechend den drei Bedingungen, welche die Erkenntniß einer einzelnen Naturerscheinung voraussetzt.

In der ersten Periode der Chemie waren alle Kräfte der Erkenntniß der Eigenschaften der Körper zugewendet, ihre Eigenthümlichkeiten mußten entdeckt, beobachtet und festgestellt werden, dieß ist die Periode der Alchemie. Die zweite Periode umfaßt die Ermittelung der gegenseitigen Beziehungen oder des Zusammenhang's dieser Eigenschaften, dieß ist die Periode der phlogistischen Chemie; in der dritten Periode, dieß ist die, in welcher wir uns befinden, bestimmen wir durch Maß und Gewicht, das Verhältniß, in welchem die Eigenschaften der Körper abhängig von einander sind. Die inductiven Naturwissenschaften beginnen mit dem Stoff, dann kommen die

---

der Kohlensäure, daß das Erhärten des Kalkmörtels in der Luft von einer Aufnahme von Kohlensäure herrühre; daß die Entwicklung derselben in der Wein- und Biergährung, abhängig sei, von der Zersetzung des Zuckers 2c.; zuletzt wurde sie in ihre Bestandtheile zerlegt und ihre Zusammensetzung und die Gewichtsverhältnisse ermittelt, in welchen sie sich mit Kalk und Metalloxiden verbindet, so wie das Verhältniß der Abhängigkeit ihres Gaszustandes von der Wärme und dem Druck, ihre specifische und latente Wärme.

richtigen Ideen, zuletzt kommt die Mathematik mit ihren Zahlen und macht das Werk fertig.

Die politische Geschichte der Völker, ähnlich wie die der Wissenschaften zeigt uns ebenfalls drei Epochen. In der ersten entwickeln sich die Eigenschaften der Menschen in allen ihren Gegensätzen. Die Schwäche unterordnet sich der Stärke; Weisheit, Erfindungsgabe werden als göttliche Eigenschaften verehrt, in Geboten werden die allgemeinsten Bedingungen des gesellschaftlichen Zusammenlebens niedergelegt. Alle diese Gebote beginnen mit „Du sollst"; die Menschen haben Pflichten, keine Rechte. In der darauf folgenden Epoche entwickeln sich alle Beziehungen der Abhängigkeit dieser Eigenschaften. Der Streit der einander entgegengesetzten Eigenschaften führt zu Gesetzen; aus dem Bewußtsein des Rechts, entwickelt sich das Bewußtwerden von Rechten. Durch die Zusammenfügung gleichartiger Rechte entstehen die Gewalten. Der Kampf der einander entgegengesetzten Gewalten führt zu Revolutionen, eine Revolution heißt der Vorgang der Herstellung eines Gleichgewichtszustandes. In der letzten Epoche wird das Verhältniß der Abhängigkeit aller Eigenschaften, Rechte, oder Gewalten festgestellt, welche dem Einzelnen die freieste Entwickelung aller seiner Fähigkeiten und Eigenschaften, ohne Nachtheil für den andern sichert. Die Revolutionen sind am Ende.

Vierter Brief.

Unzählige Keime des geistigen Lebens erfüllen den Weltraum, aber nur in einzelnen, seltenen Geistern finden sie den Boden zu ihrer Entwicklung, in ihnen wird die Idee, von der Niemand weiß, von wo sie stammt, in der schaffenden That lebendig; durch sie erhält das verborgene Naturgesetz die allen erkenntliche, wirksame, thätige Form.

Nicht an die Thaten mächtiger Fürsten oder berühmter Feldherrn, sondern an die unsterblichen Namen Columbus, Kopernicus, Keppler, Galiläi, Newton knüpft die Geschichte den Fortschritt in den Naturwissenschaften und den Zustand der Geistesbildung in der gegenwärtigen Zeit. Die in alle Gebiete des Wissens übergreifenden Lehren der Kirche und eine falsche Philosophie hatten bis in das vierzehnte Jahrhundert, die freie Entwicklung des menschlichen Geistes ein Jahrtausendlang unterbrochen. Ein System des Unterrichts, wie das in dem Reiche der Mitte, was in den heutigen chinesi-

schen Gelehrten, beim Lesen einer Seite voller sinnloser Namen, ein eigenthümliches Gefühl von Vergnügen erweckt, hatte in der Blüthe der scholastischen Philosophie alles Streben nach der Erforschung der Wahrheit getödtet. Gleich einem Baume, der durch äußere Hemmnisse in seinem Wachsthum gehindert, in den seltsamsten Windungen verkrüppelt, so verkümmerten die edelsten Kräfte in den Formen einer spitzfindigen Dialektik. Männer von anerkanntem Rufe und Gelehrsamkeit schrieben Bücher und Traktate über Gewitter, über Blutregen, worin von allem Andern, nur nicht von der Erklärung dieser Naturerscheinung die Rede war.

Ob Adam, so lange er noch ohne Sünde war, auch das Liber Sententiarum des Petrus Lombardus*) schon gekannt habe — welches Alter und Kleid der Engel hatte, welcher der hl. Jungfrau die himmlische Botschaft ausgerichtet — ob es im Paradiese auch Excremente gegeben — ob die Engel griechisch oder hebräisch sprechen — wieviel tausend Engel auf einer Nadelspitze Platz hätten, ohne sich zu drängen — dieser Art Fragen und Untersuchungen, welche in unserer Zeit als gültige Beweise von Verstandesverwirrung und Narrheit angesehen werden würden, waren die ausgezeichnetsten Geisteskräfte gewidmet. Ueber die Gabe der

*) Starb 1164 als Bischof zu Paris.

Könige von Frankreich und England, die Kröpfe durch bloße Berührung zu heilen, wechselten angesehene Gelehrten eine Menge von Schriften, man stritt sich darüber, ob die Wundergabe an dem Throne, oder der Familie hafte, sie wurde zu den verborgenen Kräften gerechnet, welche durch die Erfahrung hinlänglich bestätigt seien.

Um den richtigen Pfad zu finden, bedarf der menschliche Geist der wegekundigen Führer, aber eine dünkelvolle Macht hielt das Licht gefangen im Kerker, es fehlten in dieser Geistesnacht die leitenden Sterne. Der Schatz, den das Alterthum an Naturerkenntniß erworben hatte, wurde seinem Werthe nach nicht erkannt oder nicht beachtet, er verlor seine bereichernde Macht. Die Fragen der Physik wurden nach den Regeln der Disputirkunst entschieden.

Indem man auf die Erfahrung verzichtete, welche das Wissen schafft, verbannte man die ächte Wissenschaft. Durch den Mangel an Stoff für die Denkkraft, verlor sich die Uebung und Geschicklichkeit, über die Ursachen der Dinge und Erscheinungen richtige Fragen zu stellen, sie zu beobachten, und ihren Zusammenhang durch Versuche zu erforschen. Ein solcher Zustand macht die Herrschaft der Astrologie, der Kabbalah, der Chiromantie, des Glaubens an Hexen, Wehrwölfe und Zauberer begreiflich, daß man noch Jahrhunderte nachher die Krankhei-

ten als Strafen des Himmels, oder als Werke des Teufels, Gebete, Amulette, Weihwasser und Reliquien als die wirksamsten Arzneien ansehen konnte. Die Geschichte des goldenen Zahns, zu Ende des sechszehnten Jahrhunderts beweist, wie gründlich sich die Fähigkeit, die einfachste Erscheinung zu ermitteln, selbst in den gebildeteren Klassen verloren hatte (siehe Anhang.)

Als Columbus zu Salamanka, dem großen Sitze der Gelehrsamkeit, vor einem Collegium, welches aus den gelehrtesten Professoren der Astronomie, Geographie, Mathematik des Reiches und den angesehensten und weisesten Würdeträgern der Kirche bestand, seine Ansichten von der Gestalt der Erde und der Möglichkeit ihrer Umschiffung zu vertheidigen hatte, da erschien er der Mehrzahl als ein Träumer, welcher Spott, oder als ein Abenteurer, der Verachtung verdiente.

Nie aber hat eine gelehrte Disputation einen größern Einfluß auf die Geistesentwicklung ausgeübt, als die in dem Collegiatstifte von St. Stephan; sie war die Morgenröthe eines neuen Tages, der Vorbote des großen Sieges der Wahrheit über den blinden Glauben der Zeit. In diesen merkwürdigen Erörterungen verloren die mathematischen Beweise ihre Gültigkeit, wenn sie mit Stellen der Schrift oder deren Erklärungen durch die Kirchenväter zu streiten schienen. „Wie könne die Erde rund sein, „da doch in den Psalmen gesagt sei, der Him-

mel wäre ausgespannt gleich einem Felle." Wie wäre es möglich, die Erde anders als für flach zu halten, da der heilige Petrus in seinem Briefe an die Hebräer, den Himmel „mit einem Tabernakel oder Zelte vergleiche, welches über die Erde ausgebreitet sei." Hatte sich nicht Lactantius gegen die Existenz der Antipoden ausgesprochen. „Ist wohl irgend Jemand so verrückt zu glauben, es gäbe Menschen, die mit den Füßen gegen die unseren stehen, die mit in die Höhe gekehrten Beinen und mit herunter hängenden Köpfen zu gehen vermögen; daß eine Gegend der Welt existire, wo alle Dinge unterst zu oberst stehen, wo die Bäume mit ihren Zweigen abwärts wachsen und wo es in die Höhe hagelt, schneit und regnet."

Sagte nicht der heilige Augustinus, daß die Lehre von den Antipoden mit der historischen Wurzel des christlichen Glaubens durchaus unverträglich sei; „denn wer versichere, daß es bewohnte Länder auf der andern Seite der Erde gebe, der nähme an, daß dort Völker wären, die nicht von Adam stammten, da es unmöglich für dessen Abkömmlinge gewesen sei, über das dazwischen liegende Weltmeer zu kommen. Eine solche Meinung müsse der Bibel den Glauben entziehen, welche ausdrücklich erklärt, daß alle Menschen von einem Elternpaar abstammen."

„Welche Anmaßung sei es für einen gemeinen Mann,

zu glauben, es bleibe für ihn eine so große Entdeckung zu machen übrig, nachdem so viele tiefe Philosophen und Erdkundige die Gestalt der Welt zum Gegenstand ihrer Untersuchung gemacht hätten, und so mancher tüchtige Seemann vor abertausend Jahren auf ihr herumgeschifft wäre". So sprachen die Gegner des großen Mannes.

Zwei Jahre darauf kam Columbus aus Westindien zurück, die Erde war eng und klein, sie war eine Kugel; es gab bewohnte Länder auf der andern Seite der Halbkugel.

Aber nicht blos die Erde, auch der Himmel widersprach den Lehren der größten Lichter des goldnen Alters der kirchlichen Weisheit, denn durch Kopernikus hatte die Erde aufgehört, der Mittelpunkt des Weltalls zu sein, sie war nicht blos eng und klein und eine Kugel, sie war ein bloßer Punkt im unendlichen Raum, ein kleiner Planet, der sich um die Sonne bewegte.

Wie den, welcher von einem Erdbeben überrascht wird, ein unbeschreibliches Gefühl von Bangigkeit befällt, wenn er, einem wogenden Meere gleich wanken fühlt, was Gewohnheit und Nachdenken ihn als das Festeste und Unerschütterlichste erkennen ließ, so durchzuckten in Folge der Entdeckungen der Wissenschaft, Angst und Zweifel die civilisirte Welt. Die Erde war nicht mehr der Mittelpunkt des Weltgebäudes, das Gewölbe des Himmels hatte seine Säulen, der Thron Gottes seinen Platz ver-

loren, es gab kein Oben mehr und kein Unten. Was der Glaube für fest begründet hielt, war zertrümmert, was für Wahrheit galt, zeigte sich als Irrthum. Zahlreiche Prophezeiungen verknüpften in der ersten Hälfte des sechszehnten Jahrhunderts, die Thatsache der Entdeckung der neuen mit dem Untergang der alten Welt, sie sind Zeugen dieser erregten Zeit.

Nachdem Columbus dem Weltmeer seine Schrecken genommen und Kopernikus „jenes Selbstvertrauen auf die Macht des Erkennens gelehrt hatte, das die Bänder äußerlicher Autorität zersprengt und nur dem Zeugnisse der Vernunft Glauben schenkt,“*) erwachte auch in Andern der Muth zur Durchforschung unbekannter geistiger Regionen.

Die Kraft war bereits vorhanden, welche den mächtigen Anstoß fortpflanzen sollte in alle Gebiete der Wissenschaft. Gleich wie durch das Herz das Blut seine Bewegung empfängt, welche alle körperliche Thätigkeit vermittelt, so verbreitete Guttenbergs Erfindung in dem neu sich gestaltenden geistigen Organismus, Wärme und thätiges Leben. **)

---

*) Carriere in seinem ausgezeichneten Werke: Die philosophische Weltanschauung der Reformationszeit in ihren Beziehungen zur Gegenwart. Tübingen, (S. 125.) Cotta 1841.

**) In demselben Jahr, in welchem Columbus geboren wurde 1436, erfand Guttenberg den Bücherdruck.

In Folge der Errichtung zahlreicher Universitäten*) und der Verbreitung griechischer Gelehrsamkeit im Abendlande nach der Eroberung von Konstantinopel durch die Türken**) wandte sich die Aufmerksamkeit der Menschen im vierzehnten Jahrhundert, den geistigen Schätzen zu, welche die alten Griechen und Römer hinterlassen hatten. Das classische Alterthum verbreitete gleich der feststehenden Sonne, ein lebenerweckendes Licht; als die Gelehrten anfingen, von diesen unerreichten Mustern zu lernen und sich nach ihnen zu bilden, da schärften sich die Augen ihres Geistes; das Studium der Alten, indem es zur kritischen Prüfung alles Ueberlieferten führte, zerbrach die Fesseln der Schulweisheit. In der Natur wiedererkannte man die nie versiegende Quelle einer reineren Erkenntniß, sie erschien als eine neu entdeckte, in einem Meer von Unwissenheit geistig untergegangene Atlantis.

Für die Reinheit des religiösen Glaubens erhob sich der kräftigste Kämpfer. Trefflich bezeichnet Luther in seinen Tischreden, die mit der Reformation aufgehende Lust an der Natur und Naturforschung,***) „Wir sind

---

*) 1300 Oxford. 1347 Prag. 1384 Wien. 1385 Heidelberg. 1388 Cöln. 1392 Erfurt. 1401 Krakau. 1406 Würzburg. 1409 Leipzig.

**) 1453.

***) Carriere Seite 116.

jetzt in der Morgenröthe des künftigen Lebens, denn wir fahen wiederum an zu erlangen die Erkenntniß der Creaturen, die wir verloren haben durch Adams Fall; Jetzt sehen wir die Creatur gar recht an, mehr denn wie im Papstthum etwan. Erasmus aber fraget nichts darnach, bekümmert sich wenig, wie die Frucht im Mutterleibe formiret, zugerichtet und gemacht wird. Wir aber beginnen von Gottes Gnaden seine Wunder und Werke auch in den Blümlein zu erkennen, wenn wir bedenken, wie allmächtig und gütig Gott sei. In seinen Creaturen erkennen wir die Macht seines Wortes, wie gewaltig das sei."

Ungewöhnliche Kräfte brachte die Natur hervor, um in dem beginnenden Kampfe des zum Bewußtsein erwachten Geistes der europäischen Nationen, gegen kirchliche und weltliche Tyrannei, gegen einen übermächtigen Aberglauben, welcher unausrottbar schien, der Vernunft den Sieg zu sichern. Eine Anzahl der größten Männer folgten einander in einer ununterbrochenen Reihe, bis das große Werk gethan und sein Erfolg gesichert war. Einhundert Jahre nach Kopernikus wurde Keppler, in dem Jahre, wo Galiläi starb, wurde Newton geboren.

Die Kirche des Mittelalters hatte in der theologischen Philosophie eine Universal-Wissenschaft aufgestellt und sie mit der ganzen Autorität eines religiösen Glaubens befestigt. Ein Irrthum in der Wissenschaft war ein Laster,

die Abweichung von ihren Lehren war Ketzerei, sie war gleichbedeutend mit der Verwerfung der Offenbarungen des Himmels, Folter und Scheiterhaufen erwarteten den Freier-, den Andersdenkenden. In der Ausbreitung der Naturwissenschaften sah eine unwissende und eifersüchtige Hierarchie das gefährlichste Mittel um ihre Macht zu untergraben, denn mit der Erforschung der Naturgesetze verloren die Naturerscheinungen ihre übernatürlichen Ursachen, womit sie die Gemüther beherrschte. Einhundert Jahre nach Luther sollte Galiläi, so wollte es die Kirche, in den Kerkern der Inquisition, die Bewegung der Erde wiederrufen, und die Worte die er murmelte, E pur si muove, als er in bloßem Hemde von den Knieen sich erhob, schließen noch jetzt die überwältigende Macht feststehender Thatsachen in sich ein. Niemand kann noch jetzt seinen berühmten Brief an Madama Christina Granduchessa madre ohne Bewegung lesen, der seine Gegner nicht überzeugte. (Siehe Anhang) Alle diese Hindernisse konnten aber auf die Dauer den Aufschwung und Fortschritt der Wissenschaften mit eben so wenig Erfolg hemmen, wie dieß später in Beziehung auf religiöse Meinungen ein dreißigjähriger Krieg vermochte, denn der Irrthum ist vergänglich nur die Wahrheit ist ewig; der Irrthum ist ja nichts anders als der Schatten, den die Wahrheit wirft, wenn ihr Licht durch

den ungeläuterten dunklen Geist des Menschen auf seinem Wege aufgehalten wird.

Auch die Chemie ging in dieser merkwürdigen Zeit einer Umwälzung entgegen; indem sie mit der Heilkunst zusammenschmolz, gewann sie ein neues Ziel und nahm eine ganz veränderte Richtung an.

Die Alchemie hatte die Waffen geschmiedet, um der Chemie in der Medizin ein neues Gebiet zu erkämpfen und der tausendjährigen Herrschaft des Galen'schen Systems ein Ende zu machen.

Die große und heilsame Umwälzung, welche die Medizin erfuhr, die Befreiung von den Fesseln des Autoritätsglaubens ging aus der Erkenntniß der Unzulänglichkeit und Unrichtigkeit aller bis dahin für wahr gehaltenen Ansichten über das Wesen der Körperwelt hervor. Das neue Licht war ein Erwerb der Alchemisten, durch sie gewann die Lehre der griechischen Philosophen über die Ursachen der Naturerscheinungen eine neue Gestalt.

In allen Zeiten hatte der denkende Mensch versucht sich Rechenschaft zu geben über den Ursprung der Dinge, und sich Aufschluß zu verschaffen über den Grund ihrer Eigenthümlichkeiten. Am nächsten lag unstreitig das Verfahren der Mathematiker zu befolgen, welche ohne äußere Mittel, die Gesetze und Eigenschaften mathematischer Figuren erforschen. Dieß war in der That der Weg den die griechischen Philosophen wählten, um zur

Erkenntniß der Naturerscheinungen zu gelangen. Sie betrachteten die verschiedenen und mannigfaltigen Eigenschaften der Körper als Dinge für sich, und suchten mit Hülfe des Verstandes die gemachten Wahrnehmungen zu verbinden, und diejenigen Eigenschaften zu ermitteln, welche allen gemein sind.

Die Entstehung, die Eigenschaften aller Dinge, setzt, so lehrt Aristoteles, drei Grundursachen voraus. Die *erste* ist die eigenschaftslose Materie (ὕλη), die *zweite* die Ursache oder Ursachen, welche dem Stoff seine Eigenthümlichkeiten geben, und die sich in dem Begriff der körperlichen Gestalt (εἶδος) zusammenfassen lassen. Die *dritte* ist eine Ursache oder Ursachen (Kräfte in dem Sinne und Begriff wie sie die Worte Arzneikraft, Ernährungskraft enthalten), welche sie verändern, indem sie diese Eigenschaften nehmen (στέρησις Beraubung). Was der Veränderung in den Eigenschaften der Materie vorhergeht, ist die Ursache (το ποιοῦν das Wirkende), was diesem folgt die Wirkung (τέλος der Zweck.)

Diese Vorstellung, daß die Eigenschaften der körperlichen Dinge gleichsam wie die Farben seien, womit der Maler der farblosen Leinwand die Eigenschaften eines Gemäldes ertheilt, oder den Kleidern, die sich an- und ausziehen lassen, und welche die Gestalt des Menschen bestimmen, ist die Grundlage der Alchemie und des ersten wissenschaftlichen System's der Heilkunde gewesen.

Dem schärfsten Verstande dürfte es schwer sein, ohne andere Mittel als die einfache Wahrnehmung durch die Sinne zu gebrauchen, mehr als vier Eigenschaften aufzufinden, welche allem tastbaren Körperlichen angehören.

Dem Auge und Geschmackssinn bieten die Körper unendlich viele Verschiedenheiten dar, es gibt gefärbte und ungefärbte, schmeckende und riechende, geschmack- und geruchlose.

Aber alle Körper sind entweder feucht oder trocken, warm oder kalt. Alles tastbare besitzt zwei von diesen Eigenschaften. Der Körper ist fest oder flüssig, er besitzt eine gewisse Temperatur.

Diese Eigenschaften, sagt Aristoteles, sind offenbar einander entgegensetzt, denn die Kälte kann durch Hitze, die Trockenheit durch Feuchtigkeit aufgehoben werden, durch Zusammenwirken zweier nicht entgegengesetzten Eigenschaften, z. B. von Trockenheit und Kälte, sieht man feste Körper entstehen, durch Feuchtigkeit oder Hitze werden sie flüssig oder luftförmig. Die Beziehungen dieser Eigenschaften zu einander sind hiernach klar. Nicht bloß der Zustand und die kalte oder warme Beschaffenheit, auch die Dichtigkeit und Lockerheit sind von diesen Grundeigenschaften bedingt, die Kälte ist die Ursache der Dichtigkeit, denn durch sie werden die materiellen Theilchen einander genähert, die Lockerheit ist verursacht durch die Wärme. Aber alle andern Eigenschaf-

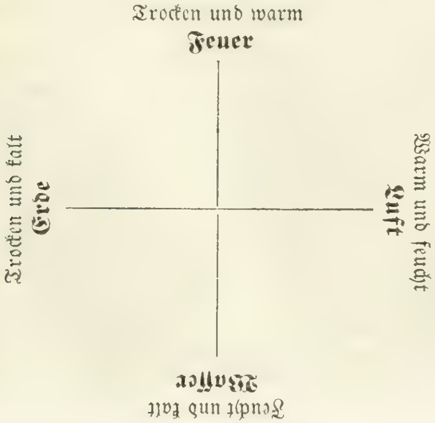
ten stehen in einer bestimmten Beziehung zu den vier Grundeigenschaften, denn die Farbe, der Geruch, der Geschmack, der Glanz, die Härte der Körper ꝛc. erleiden durch Hinzuführung oder Beraubung von Feuchtigkeit, Hitze, Trockenheit oder Kälte eine Veränderung.

Es ist klar, sagt Aristoteles, alle sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften der tastbaren Körper sind abhängig von diesen vier Grundeigenschaften, denn mit einer Aenderung in diesen Grundeigenschaften wechseln auch alle übrigen; es ist einleuchtend, daß diese andern von den vier Grundeigenschaften bedingt sind; es gibt vier Elementareigenschaften. Die Richtigkeit dieser Abstraktionen, so weit sie die Eigenschaften der Körper umfassen, welche durch einfache Wahrnehmung ermittelbar sind, ist nicht zu bestreiten. Der Unterschied unserer jetzigen mit den damaligen Ansichten liegt darin, daß wir den flüssigen, festen und luftförmigen Zustand so wie die Temperatur, durch zwei anstatt durch vier einander entgegengesetzte Ursachen bedingt, betrachten. Noch heute sind wir der Ansicht, daß alle physikalischen Eigenschaften der Körper in einem bestimmten Verhältniß abhängig sind von der Cohäsionskraft und Wärmekraft.

„Zwischen vier Dingen,“ sagt Aristoteles, „gibt es sechs Combinationen (Paarungen) zu zwei. Aber die Paarung zwei entgegengesetzter Eigenschaften wie kalt und warm, feucht und trocken heben einander auf, sie

ist nicht wahrnehmbar für die Sinne. Es bleiben demnach nur vier Combinationen, die mit den vier Körpern, woraus der Erdkörper besteht, übereinstimmen. Die Erde als der Inbegriff des Festen, ist kalt und trocken, das Wasser kalt und feucht, die Luft feucht und heiß, das Feuer heiß und trocken. Durch diese Paarung entstehen demnach die vier materiellen Elemente; aus diesen vier Elementen entstehen alle übrigen Körper, sie sind in allen enthalten; die Abweichung und Verschiedenheit in den Eigenschaften der andern Körper hängt lediglich von dem Verhältniß ab, in welchem die vier zusammengetreten sind; welches Element hervorsticht, dessen Eigenschaft nimmt der Körper an."

Wie aus dem folgenden Schema sich ergibt, haben die Elementarkörper, je zwei, eine Grundeigenschaft gemein.



Es ist demnach einleuchtend, daß, wenn dem luftförmig flüssigen Körper die Elementareigenschaft der Wärme durch Kälte entzogen wird, die Luft in Wasser, und in ähnlicher Weise durch Hitze das Wasser in Luft, durch Trockenheit das Wasser in Erde verwandelt werden kann.

Das Feuer schließt nach Aristoteles in sich den Begriff der Helligkeit und Empfindung, das Wasser und die Luft der Durchsichtigkeit, die Erde der Dunkelheit. Die Farben entstehen durch Mischung von Feuer und Erde. Die Durchsichtigkeit des Bergkristalls rührt vom Wasser her. (Die Durchsichtigkeit des Diamants heißt noch heute sein Wasser). Aber auch der Hauptbestandtheil der Augen ist Wasser, wie die Luft die Grundlage des Gehörs, Luft und Wasser den Geruch, die Erde das Gefühl ausmachen. Der Geschmack wird durch die Feuchtigkeit vermittelt, je inniger sich die Geschmacktheile an die Zunge hängen, desto bitterer, je mehr sie sich auflösen, desto salziger ist der Körper; wenn aber die Geschmacktheile erhitzt werden und die Theile des Mundes wieder erhitzen, so entsteht der scharfe, wenn sie in Gährung gerathen und Blasen werfen, der saure Geschmack.

In allen diesen Fällen sieht man, daß die genau und richtig erkannte physikalische Eigenthümlichkeit der auf die Sinne wirkenden Dinge, stets als das Ursächliche oder Bedingende angesehen wird. Was man wahr-

nahm in der Wirkung, war die Ursache der Wirkung. Die Erklärung der Naturerscheinung, war die Beschreibung ihrer Eigenthümlichkeit.

Diese Lehren der griechischen Philosophen wurden durch Galen die Grundlagen des ersten theoretischen System's der Heilkunde.

Nach Galen entstehen alle Theile des organischen Körpers, durch die Mischung der vier Elementarqualitäten in verschiedenen Verhältnissen; im Blute sind sie gleichmäßig gemischt, im Schleim ist das Wasser, in der gelben Galle das Feuer, in der schwarzen die Erde vorwaltend. Auf dem Vorherrschen dieser vier Cardinalsäfte beruhen die vier Temperamente.

Die Gesundheit ist ein Gleichgewichts-Zustand, bedingt durch die richtige Beschaffenheit der gleichartigen Theile (der Organe) und der richtigen Mischung der Elemente. In der Krankheit sind diese Verhältnisse gestört sie ist ein widernatürlicher Zustand der Form oder Mischung.

In Folge des Mißverhältnisses der Elementareigenschaften befinden sich die Säfte in zu erhitztem, gekältetem, gefeuchtetem, getrocknetem Zustand. Wenn ihre Bewegung stockt und die Ausdünstung gehemmt ist, so tritt eine Verderbniß der Säfte ein, es entstehen die verschiedenartigen Fieber. Die widernatürliche Fieberhitze ist eine Folge dieser Fäulniß. Durch Fäulniß des

Schleims, der gelben oder schwarzen Galle, entsteht das alltägliche, drei- oder mehrtägige Fieber.

Auf den ihnen innewohnenden Grundeigenschaften beruht nach Galen gleichermaßen die Wirksamkeit der Arzneien, sie sind heiß oder kalt, feucht oder trocken. Ein Mittel kann, je nach dem Verhältniß der Grundeigenschaft der Wärme, unmerklich, merklich erwärmen, erhitzen oder heftig erhitzen, eine jede Qualität besitzt vier ähnliche Grade der Wirkung. Substanzen von brennendem Geschmack, gehören zu den heißen, von kühlendem Geschmack zu den kalten Arzneimitteln.

Die Hebung der Krankheit oder die Wiederherstellung der Gesundheit, beruht nach Galen auf dem Ersatz der fehlenden Qualität durch Uebertragung, oder in einer Aufhebung der vorherrschenden durch Beraubung.

In diesem folgerichtigen System waren die Krankheit und die Wirksamkeit der Heilmittel auf eine sehr kleine Anzahl von Ursachen zurückgeführt. Die Krankheiten ließen sich, wie die Arzneimittel in eine gewisse Anzahl von Fächern ordnen; hatte man den Platz erkannt wohin die Krankheit gehörte, so fand der Arzt in dem Gefach gegenüber die geeigneten Mittel, um die Gesundheit wieder herzustellen. Man wußte woher die Krankheit kam, man wußte warum das Mittel heilte.

An die Stelle der Experimentirkunst oder des Erfahrungsweges, welcher Hippokrates von Kos zu einer

Fülle von Beobachtungen und einer bewundernswürdigen Diätetik geführt hatte, trat jetzt die Theorie, die sie in Verbindung brachte, ordnete, und erklärte. Das Heilverfahren des koischen Arztes ließ sich durch Nachahmung erlernen, das neue System war unendlich geeigneter zum Lehren, das Erlernen war erleichtert.

Die griechischen Philosophen, so wie Galen, hatten keine Vorstellung von den besondern Eigenschaften, welche zum Vorschein kommen, wenn verschiedenartige Körper sich wechselseitig berühren.

Man bemerkt leicht, daß die Grundidee des Galen'schen Systems vollkommen identisch war mit der, welche den Alchemisten zum Führer diente, die Idee der Verwandelbarkeit der Elementarkörper durch Entziehung oder Uebertragung von Elementarqualitäten. Der Glanz, die Farbe, die Feuerbeständigkeit und Flüchtigkeit konnten hinweggenommen und ersetzt, sie konnten, so glaubte man, erhöht und vermindert werden. Das Gold war das vollkommenste Metall, ihm konnten keine Eigenschaften zugesetzt werden, weil es alle besaß; es stellte unter den Metallen den gesunden Menschen dar. „Bringt mir die sechs Aussätzigen, ruft Geber, (Silber, Quecksilber, Kupfer, Eisen, Blei, Zinn) damit ich sie heile.“ Das Messing war krankes Gold, das Quecksilber krankes Silber, durch die Medizin der dritten Ordnung konnten sie in Gold verwandelt, d. h. geheilt werden.

Die Entstehung des Goldes wurde der thierischen Zeugung ähnlich betrachtet oder der Entstehung und dem Wachsthum der Pflanzen. Raimund Lullus vergleicht die Darstellung des Steins der Weisen mit der Verdauung, der Entstehung des Blutes und der Ausscheidung der organischen Säfte.

In ihren Arbeiten hatten die Alchemisten gewisse Besonderheiten in den Eigenschaften der Körper wahrgenommen, welche den griechischen Philosophen unbekannt oder unbeachtet geblieben waren, und es waren allmählig den Elementen des Aristoteles drei neue Elemente hinzugefügt worden, deren Existenz niemand mehr bezweifelte. Zu den vier Ursachen der physikalischen Beschaffenheit, kamen drei Grundursachen der allgemeinsten chemischen Eigenschaften Mercurius, Schwefel und Salz.

Dem Geist der frühesten Zeit gemäß, welcher alle nicht sinnlich wahrnehmbaren Ursachen von Thätigkeiten unsichtbaren Geistern, und die sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften tastbaren körperlichen Dingen zuschrieb, hielt man den gewöhnlichen Schwefel und das Quecksilber anfänglich für wirkliche Bestandtheile der Metalle, man glaubte von ihrem Vorhandensein gewisse Eigenschaften abhängig, ganz so wie man später die Causticität des Kalkes und der Alkalien einem Causticum, den eigenthümlichen Geruch gewisser Körper dem Spiritus rector, und die

Sauerheit der Säure einer Ur- oder Primitivsäure zuschrieb.

Die Sprache des gewöhnlichen Lebens, welche alle abstracten Begriffe vermeidet, erklärt es, warum man im Beginne der Forschung ein gewisses Verhalten oder gewisse Eigenthümlichkeiten körperlichen Ursachen zuschreibt. Selbst Lavoisier konnte sich von der Idee einer Ursäure nicht trennen, er hielt den Sauerstoff für den Ursäureerzeuger, und lange noch nach ihm sehen viele in dem Wasserstoff die sauren Eigenschaften der Säure bedingt.

Allmählig traten in den Ideen der Alchemisten an die Stelle von wirklichem Schwefel und Quecksilber ein ideeller Schwefel, ein ideelles Quecksilber, Dinge, welche eine gewisse Anzahl von Eigenschaften in sich vereinigten. Später gestalteten sich diese Dinge zu Elementarqualitäten.

Eine Anzahl von Körpern besaß die Eigenschaft der Flüchtigkeit im Feuer ohne Aenderung ihrer übrigen Eigenschaften, sie waren sublimirbar wie Arsenik oder destillirbar wie Quecksilber, eine andere Klasse war im Feuer flüchtig und veränderlich wie Schwefel, eine dritte war veränderlich und feuerbeständig wie die Aschensalze. Schwefel, Mercurius (Arsenik), Salz wurden, wie bemerkt, zuletzt zu abstracten Begriffen, zu einfachen Elementen in dem Sinne der aristotelischen Elemente. Wie

wir von der Gestalt und Form eines Gedankens sprechen, ohne uns darunter eine körperliche Gestalt zu denken, so drückte man damals einfache Begriffe durch körperliche Dinge aus, ohne sich etwas anders als Eigenschaften darunter zu denken. Die Namen dieser Dinge wurden zu Collectivnamen für gewisse Eigenthümlichkeiten die wir heute noch brauchen, mit dem Unterschied, daß wir denselben um ihre Unkörperlichkeit zu bezeichnen das Wort Kraft, wie in dem Wort „katalytische Kraft" anhängen.

Von dem Weingeist sagt Basilius Valentinus „da ein rectificirtes Aqua vitae angezündet wird, so scheidet sich der Mercurius und der Sulphur von einander, der Schwefel brennt ganz hitzig, denn es ist ein lauter Feuer, so fleuget der zarte Mercurius in die Luft und gehet wiederum in sein Chaos."

Der Weingeist war schwefelhaltiger vegetabilischer Mercur, was nichts anders sagen wollte, als daß er Brennbarkeit und Flüchtigkeit besaß.

Indem man in den einfachen Begriff der Brennbarkeit, (Schwefel) Feuerbeständigkeit (Salz) und Flüchtigkeit (Mercur) besondere Eigenthümlichkeiten der brennbaren, flüchtigen und feuerbeständigen Körper mit aufnahm, nach Maasgabe als sie beobachtet wurden (öliger, fetter, erdiger Mercur, öliger, fetter, erdiger, leicht-schwer-endzündlicher Schwefel, erdiges, schmelzba-

res, glasachtiges Salz, brennbare, fette, ölige mercuria-lische Erde rc.), da verlor sich die Bedeutung des ursprünglichen Begriffs; indem er zu weit und ausgedehnt wurde, schloß er das Beobachtete nicht mehr in sich ein, und als Boyle nach dem Schwefel, Mercur und Salz der Alchemisten suchte, da waren diese Elemente nicht mehr da; der Begriff war verbraucht. Noch lange nachher wurde der Begriff der erstickenden Eigenschaft eines Gases mit schwefligt, die Verbrennung einer feuerbeständigen Substanz mit Verkalkung bezeichnet, d. h. sie hatten eine Eigenschaft mit dem brennenden Schwefel oder mit dem Kalkstein gemein.

So ist es heutzutage nicht mehr möglich, eine Definition einer „Säure," oder eines „Salzes" zu geben, welche alle Körper, die man als Säuren oder Salze bezeichnet, in sich einschließt. Wir haben Säuren, welche geschmacklos sind, welche die Pflanzenfarben nicht röthen, welche die Alkalien nicht neutralisiren, es giebt Säuren, in denen Sauerstoff ein Bestandtheil ist und in denen der Wasserstoff fehlt, in andern ist Wasserstoff, kein Sauerstoff. Der Begriff von Salz ist zuletzt so verkehrt geworden, daß man dahin kam, das Kochsalz, das Salz aller Salze, von dem die andern den Namen haben, aus der Reihe der eigenthümlichen Salze auszuschließen.

Man sieht leicht, wie allmählig ein einfacher, be-

stimmter Begriff unbestimmt wird, indem andere Begriffe demselben zugefügt werden. An der Stelle des verbrauchten Begriffs, erhalten wir, indem wir zu sondern anfangen, eine Anzahl neuer und bestimmterer Begriffe; es ist möglich, daß der ursprüngliche bis auf den Namen sich verliert, und man wird einst vielleicht weder eine Säure noch ein Salz mehr finden, so wie man keinen Schwefel und keinen Merkur mehr fand, als man sie nicht mehr nöthig hatte. Vorher war ihre Gegenwart jedermann geläufig, erst dann, als man sie nicht mehr bedurfte, suchte man darnach.

Die chemischen Elemente waren, wie sich von selbst versteht, nicht darstellbar, eben weil sie nur Qualitäten bezeichneten. Niemand dachte daran, sie darzustellen, sie wurden als Bestandtheile von allen Körpern angesehen.

Zwischen organischen Körpern und Mineralsubstanzen machte man keinen Unterschied, ihre Verschiedenheit glaubte man bedingt durch einen ungleichen Gehalt von Elementen. Man stellte den Essig in dieselbe Reihe mit den Mineralsäuren, der Weingeist (Spiritus vini) stand neben dem Zinnchlorid (Spiritus libavii), das Chlorantimon (butyrum antimonii) neben der Kuhbutter.

Zu Geber's Zeit hielt man den chemischen Proceß für ähnlich dem organischen Proceß; im 13. Jahrhundert bildete sich die Idee aus, der Lebensproceß sei analog dem chemischen. In frühster Zeit glaubte man,

die Metalle entwickelten sich aus einem Samen, wie die Pflanzen, später hielt man dafür, der chemische Proceß erzeuge den Samen. Den Gährungs- und Fäulnißproceß hielten die Alten für die Ursache der Erzeugung von Pflanzen und Thieren, während im Gegensatz heutiges Tags einige Physiologen und Pathologen die Entwickelung und Erzeugung von Thieren und Pflanzen als die Ursache der Gährung und Fäulniß betrachten.

Naturanschauungen und Naturbetrachtungen lassen sich dem Geiste nur durch Bilder oder durch Begriffe verständlich machen, welche der Naturwissenschaft entlehnt sind und die ihr Gewand tragen; wenn man nun in Betrachtung zieht, daß im 13. bis 15. Jahrhundert alles Wissen von der Natur und ihren Kräften sich in der Alchemie, der Magie und Astrologie vereinigte, so wird es erklärlich, wie allmählig alchemistische Bezeichnungsweisen für irdische Vorgänge in die Sprache des gewöhnlichen Lebens übergingen. Die Erscheinungen des organischen Lebens, das Leben selbst, der Tod, die Auferstehung wurden durch die in der Alchemie gewonnenen Begriffe verständlicher, sie ließen sich wissenschaftlich, nur durch die Sprache der Wissenschaft, welche die Alchemie war, versinnlichen.

„Wir armen Menschen,“ sagt Basilius Valentinus, „werden für unsre Sünden allhier durch den Tod, den wir wohl verdient in das Irdische, nämlich das

Erdreich, eingesalzen, bis so lange wir durch die Zeit putrificirt werden, und verfaulen und dann hinwiederum endlich durch das himmlische Feuer und Wärme auferweckt, clarificirt und erhoben werden, zu der himmlischen Sublimation und Erhöhung, da alle Fäces, Sünden und Unreinigkeiten abgesondert bleiben." (Kopp. II. 236). Luther lobt die Alchemie in seiner Canonica „wegen der herrlichen und schönen Gleichnisse, die sie hat mit der Auferstehung der Todten; denn ebenso wie das Feuer aus einer jeden Materie das Beste auszieht und vom Bösen scheidet, und also selbst den Geist aus dem Leib in die Höhe führt, daß er die obere Stelle besitzt, die Materie aber gleich wie ein todter Körper unten am Boden liegen bleibt, also wird auch Gott am jüngsten Tag durch sein Gericht, gleichwie durch Feuer die Gottlosen und Ungerechten scheiden von den Gerechten und Frommen. Die Gerechten werden auffahren gen Himmel, die Ungerechten aber werden unten bleiben in der Hölle." (Kopp. II. 238).

Erst im 13. Jahrhundert entstand die Idee, daß der Stein der Weisen gesundmachende und verjüngende Eigenschaften besitze. Sie entwickelte sich aus der Vorstellung, daß der Lebensproceß nichts weiter sei, als ein chemischer Proceß. Mit dem Stein der Weisen vermochte man die Metalle von ihren Gebrechen zu heilen, sie gesund zu machen, in Gold zu verwandeln, und es lag die

Meinung nah, daß er eine gleiche Wirkung auf den menschlichen Körper haben müsse. Arnold Villanovus, Raimund Lullus, Isaac Hollandus überbieten sich in Anpreisung seiner Heilkraft. In seinem Opus Saturni sagt Hollandus: „Ein Waizenkorn groß soll in Wein gelegt und diesen der Kranke trinken. Die Wirkung des Weins werde zum Herzen dringen und sich auf alle Säfte verbreiten. Der Kranke werde schwitzen und dabei nicht matter, sondern immer stärker und lustiger werden. Diese Gabe solle alle 9 Tage wiederholt werden, wo es dem Menschen dünken solle, er sei kein Mensch mehr, sondern ein Geist. Es soll ihm zu Muthe werden, als sei er neun Tage im Paradiese und nähre sich von dessen Früchten.“ Salomon Trismosin behauptet, er habe sich im hohen Alter mittelst eines Gran's vom Stein der Weisen verjüngt, seine gelbe runzlige Haut sei glatt und weiß, die Wangen roth, das graue Haar sei schwarz, der gekrümmte Rücken sei gerade geworden. Frauen von 90 Jahren habe er damit die volle Jugend wiedergegeben.

Nachdem sich die Idee ausgebildet hatte, daß der Stein der Weisen eine Universalmedizin sei, so kam man auf dem natürlichsten Weg auf die Anwendung chemischer Präparate in der Medizin, mit welcher eine neue Periode dieser Wissenschaft beginnt.

Besaß in der That der Stein die metallveredelnde

und gesund machende Eigenschaft in gleichem Grade, so war der kranke Körper ein weit bequemeres Mittel, die Materia prima zu erkennen und im Verlauf ihrer Bearbeitung ihre Veredlung zu prüfen. Denn die Anzahl von Krankheiten, welche das Präparat zu heilen vermochte, gab ein untrügliches Kennzeichen dafür ab. Je mehr Krankheiten ein Präparat heilte, desto näher stand es in seinen Eigenschaften dem Stein der Weisen. Der wahre Stein mußte alle Krankheiten heilen.

Der Arzneischatz der galenischen Medicin enthielt keine chemischen Arzneien und bestand ausschließlich in organischen Substanzen; Moschus, Rhabarbar, Bibergeil, Kampher, Tamarinden, Ingwer, Zittwerwurzel und ähnliche waren die Hauptmedicamente. Die Arzneibereitung bestand in der Kunst diese Stoffe in die Form von Syrupen und Latwergen zu bringen; Kräuter, Rinden und Wurzeln wurden in Abkochungen oder Pulvern den Kranken gegeben.

Auf Galens Autorität hin waren bis dahin alle metallischen Präparate aus dem Arzneischatz verbannt; Quecksilberpräparate galten ihm unbedingt als Gifte. Avicenna hatte zwar dem Gold und Silber blutreinigende Eigenschaften beigelegt, aber diese Metalle wurden in der Regel nur zu Pillenüberzügen verwendet und noch zu Ende des 15. Jahrhunderts erfuhr die äußerliche Anwendung der mit Fett bereiteten Quecksilbersalbe den lebhaftesten Widerspruch.

Wenn man in Betrachtung zieht, daß die Ansichten Galen's in Beziehung auf die Ursache der Krankheit und die Wirksamkeit der Arzneien dreizehn Jahrhunderte lang als unumstößliche Wahrheiten galten und die ganze Untrüglichkeit von Glaubenssätzen erlangt hatten, so begreift man, welchen Eindruck im 16. Jahrhundert die Entdeckung der wahrhaft wunderbaren Wirkungen der Quecksilber-, Antimon- und der andern metallischen Präparate auf den Geist der damaligen Aerzte machen mußte: Ein ganzes Gebiet neuer Entdeckungen erschien durch die Ideen der Alchemisten und durch die Anwendung chemischer Arzneien aufgeschlossen.

In dem Blute entdeckte man eine Eigenschaft, welche die Alkalien, in dem Magensaft eine Eigenschaft, welche die Säuren besaßen. Man nahm in beiden einen Gegensatz wahr, genau entsprechend den Gegensätzen der Galenischen Qualitäten.

Beim Zusammenbringen der Säuren mit Alkalien entstanden neue Körper von ganz veränderten Eigenschaften, die weder sauer noch alkalisch waren. An den sogenannten milden Alkalien erkannte man die Eigenschaft des Aufbrausens mit Säuren und das Wesen aller Gährungen, welches man für abhängig von dem Aufbrausen hielt, schien damit erklärt zu sein. Man beobachtete Wärmeentwicklung in Flüssigkeiten durch Mischung von Säuren mit Alkalien, ohne daß man eine eigentliche

Verbrennung vor sich gehen sah. Die Wärmeentwicklung in dem Respirationsprozeß schien damit erklärt zu sein.

Wie konnte man der Theorie der Lebenserscheinungen und Heilwirkungen nach Galen ferner noch eine Geltung zuschreiben, nachdem erwiesen worden war, daß alle seine Ansichten hinsichtlich der Metalle und ihrer Präparate vollkommen falsch seien, als man entdeckt hatte, daß die Eigenthümlichkeiten des organischen Körpers und die Wirkungen der Arzneien auf Grundursachen beruhten, welche Galen nicht in seine Erklärungen aufgenommen hatte, weil er sie nicht kannte. Nicht nur die Grundursachen, welche die physikalischen Eigenschaften, sondern auch die chemischen Elemente, welche die chemischen Eigenschaften bedingen, mußten von jetzt an bei der Erklärung der organischen Processe mit im Rathe sitzen und in Rechnung genommen werden. Nicht bloß von dem Verhältniß an Feuchtigkeit und Trockenheit, Hitze oder Kälte allein, sondern noch überdieß von dem Verhältniß an Salz, Merkur, Schwefel, Laugensalz und Säure hingen die Lebenserscheinungen und die Wirkungen der Arzneien ab. Durch solche neue und geänderte Begriffe nahm die Heilkunst eine andere Form an.

Wenn die regelrechte chemische Beschaffenheit der Säfte den Gesundheitszustand bedingte, so war die

regelwidrige chemische die nächste Ursache der Krankheit; durch die vorherrschenden chemischen Qualitäten der Arzneien konnte die Krankheit gehoben, die Gesundheit wieder hergestellt werden.

Auf die chemische Beschaffenheit der Galle, des Speichels, des Schweißes, des Harns mußte jetzt bei der Wahl der Mittel vorzugsweise Rücksicht genommen werden: dies war ein unermeßlicher Fortschritt. Man machte die wichtige Entdeckung, daß die Beschaffenheit des Harns in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältniß zu den Krankheiten stand, und wie in dieser Periode der Wissenschaft alle Wirkungen für die Ursachen selbst genommen wurden, so galten die Absätze im Harn, der Tartarus, als Ursache vieler Krankheiten.

In Paracelsus Geiste verkörperten sich die Ideen dieser Zeit, und als er zu Basel einige Jahre darauf, nachdem Luther die päpstliche Bulle verbrannt hatte, diesem Beispiele folgend die Werke Galen's und Avicenna's den Flammen übergab, da hatte deren Reich ein Ende.

Man hatte die Natur verlassen, so sagt Paracelsus, und sich leeren Träumereien hingegeben, darum verwies er auf das offne Buch der Natur, „das Gottes Finger geschrieben;“ die Sonne, kein „trübseliges Stubenlämpchen solle das rechte Licht verleihen; die Augen, die an der Erfahrenheit Lust haben, die seien die rechten

Professoren. Die Natur sei ohne Falsch, gerecht und ganz; aus dem Bücherwesen und aus menschlichem Phantasiewerk sei Verwirrung und Spiegelfechterei erwachsen. „Mir nach," so beginnt er sein Paragranum, „ich nicht euch, Avicenna, Rhases, Galen, Mesur! Mir nach und ich nicht euch, ihr von Paris, ihr von Montpellier, ihr von Schwaben, ihr von Meißen, ihr von Köln, ihr von Wien und was an der Donau und an dem Rheinstrom liegt, ihr Inseln im Meer, du Italien, du Dalmatien, du Athen, du Grieche, du Araber, du Israelit! mir nach und ich nicht euch, mein ist die Monarchei."

In Paracelsus spiegeln sich alle Ideen, alle Fehler und Irrthümer seiner Zeit ab. In ihm kämpft eine gigantische Kraft gegen äußere hemmende Fesseln. Er hat den Instinkt des richtigen Wegs, nicht das Bewußtsein. Er sucht ihn vergebens in der ihn umgebenden Wildniß; daher seine Widersprüche und seine Zerrissenheit. — Aber sein Wort gibt einem Jahrhundert die Richtung; „der wahre Gebrauch der Chemie" sagt er, „ist nicht Gold zu machen, sondern Arzneien zu bereiten."

Durch Paracelsus kam die Chemie aus den Händen der Goldköche in den Dienst der weit unterrichteteren und gebildeteren Aerzte und da er und seine Nachfolger ihre Arzneien selbst bereiteten, so gehörten von da an

chemische Kenntnisse und Bekanntschaft mit chemischen Operationen zu den wesentlichsten Erfordernissen des Arztes.

Im 16. und 17. Jahrhundert bewegten sich immer noch die Erklärungen um das Vorhandensein verborgener Qualitäten, bis erweiterte Erfahrungen zu der wichtigen Wahrheit führten, daß Eigenschaften und Materie thatsächlich nicht trennbar seien; für uns sind sie getrennt nicht mehr denkbar.

Noch lange nach Paracelsus glaubte man, daß die chemische Operation für das Arzneimittel dasselbe sei, was der Magen ist für die Speisen aus denen das Blut entsteht. Durch dreimalige Sublimation des ätzenden Quecksilbersublimats mit metallischem Quecksilber stellte man den Calomel dar, durch neunmalige die Panacea Mercurialis.

Die begeistigenden Grundursachen Platos, welche nach ihm die vitalen Thätigkeiten bedingen, treten bei den Paracelsisten zu dem Archäus zusammen, der seinen Sitz im Magen hat und mit allen Leidenschaften des Menschen begabt, die Verdauung, die Bewegungserscheinungen und die Seelenstimmung regiert.

Wenn man die gründliche Verachtung sich vergegenwärtigt, mit welcher die heutige Medicin auf die Ansichten von Paracelsus und seiner Nachfolger herabblickt, welche ähnlich wie die Ideen der Alchemisten über

Metallverwandlung von Vielen als eine Geistesverirrung bemitleidet werden, wenn man damit die gegenwärtigen Theorieen über die Ursachen der Krankheiten und der Heilmethoden vergleicht, so wird der Naturforscher in seinem Stolze auf die Errungenschaften des Geistes im Gebiete der Wahrheit gedemüthigt durch die tägliche Wahrnehmung von Widersprüchen, die man für unmöglich halten müßte, wenn sie in der Wirklichkeit nicht beständen. Denn noch heute beherrscht die Methode Galens und Paracelsus wie damals den Geist der meisten Aerzte: bis auf die Ausdrucksweise sind viele Ansichten dieselben geblieben. Der Archäus des 16. Jahrhunderts verwandelte sich im 18. und im Anfang des neunzehnten Jahrhunderts in die Lebenskraft der Naturphilosophen und noch heute lebt er fort in dem Gewande der alles bedingenden Nervenkraft. Ueber den Standpunkt der theoretischen Medizin wird sich Niemand täuschen können, welcher in's Auge faßt, daß sich in unserer Periode, in welcher die richtigen Grundsätze der Forschung klar und hell, gleich der Sonne, ihr Licht zu verbreiten scheinen, in der Heilwissenschaft eine für unsre Nachkommen kaum glaubliche Lehre zu entwickeln vermochte.

Wer kann behaupten, daß die Mehrzahl der unterrichteten und gebildeten Menschen unserer Zeit auf einer höheren Stufe der Erkenntniß der Natur und ihrer

Kräfte steht, als die Jatrochemiker des sechszehnten Jahrhunderts, der da weiß, daß Hunderte von Aerzten, die sich auf unsern Universitäten ausgebildet haben, Grundsätze für wahr halten, welche aller Erfahrung und dem gesunden Menschenverstande Hohn sprechen; Männer, welche glauben, daß die Wirkungen der Arzneien in gewissen Kräften oder Qualitäten lägen, die durch Reiben und Schütteln in Bewegung gesetzt und verstärkt und auf unwirksame Stoffe übertragen werden könnten, welche glauben, daß ein Naturgesetz, das keine Ausnahme hat, unwahr sei für Arzneistoffe, indem sie annehmen, daß deren Wirksamkeit mit ihrer Verdünnung und Abnahme an wirksamem Stoff zuzunehmen fähig sei. Warlich, man wird zu der Meinung verleitet, daß die Medizin unter den Wissenschaften, welche die Erkenntniß der Natur und ihrer Kräfte zum Gegenstand haben, als inductive Wissenschaft die niedrigste Stelle einnimmt. Gleichwie der Landwirth von einem neuen Pflug, einer neuen Säemaschine, einem neuen Dünger, einer neuen Culturmethode sein Heil erwartet, obwohl diese Mittel, ohne die richtigen Grundsätze, seinen Reichthum nur vergeuden und ihn früher ärmer machen, als er ohne sie geworden, so sieht der Arzt in der Vervollkommnung der Technik den Fortschritt seiner Wissenschaft. In einer neuen Arznei, einer neuen Heilmethode, in der Wiederherstellung einer imaginären Zusammensetzung des

Blutes, des Harns sucht er nicht den hemmenden Stein zu beseitigen, sondern die Peitsche, welche der Fuhrmann braucht, um das Pferd mit seiner schweren Last, wenn es nicht mehr fort kann, darüber hinweg zu bringen, und wenn die Natur sich hilft, so will er uns glauben machen, die Peitsche sei Kraft und ein Mittel gewesen, um die Gesundheit wieder herzustellen. Alle diese Dinge sind nützlich, vielleicht nothwendig; sie werden aber nicht benutzt, um die Schwierigkeit für alle, die nachkommen, hinwegzuräumen, sondern sie dienen, um auf die leichteste Weise in dem einzelnen Fall über sie hinweg zu kommen. Was der Phantasie am nächsten liegt, wird als Brücke benutzt; kommt man glücklich hinüber, so läßt man sie hinter sich wieder zusammenfallen, anstatt ihr eine feste dauernde Grundlage zu geben; gelingt es nicht, so ist die Unvollkommenheit der Wissenschaft daran Schuld. Die Experimentirkunst schafft Werkzeuge, aber niemals ist durch Werkzeuge eine Summe von Erfahrungen zur Wissenschaft geworden. Baumaterial ist in Fülle da, so daß man kaum den Grund sieht auf welchem das Gebäude stehen soll, die Meister sind aber in Zwiespalt und über den Plan nicht klar. Der eine will das Haus aus Holz, der andere meint, es müsse Stein und Holz, ein Dritter, es dürfe nur aus Stein und Eisen sein. Zwei gehören jedenfalls zusammen, aber

auch die drei würden zweckmäßig verbunden ein treffliches Gebäude abgeben, wären die Handlanger nicht, die es aus Stroh und in die Luft bauen wollen; darum sind seit zweitausend Jahren, die Fundamente noch nicht fertig.

Fünfter Brief.

Um eine klare Anschauung der wunderbaren Ordnung und Regelmäßigkeit zu haben, in welcher die Körper Verbindungen eingehen, muß man sich daran erinnern, was der Chemiker mit Verbindung oder Zersetzung bezeichnet. Das Rosten des Eisens, das Bleichen der Farben an der Luft, die Ausbringung der Metalle aus ihren Erzen, die Darstellung von zahllosen Gegenständen des Handels und der Gewerbe, von Arzneien, kurz alle neuen Formen oder Erscheinungen, welche sich beim Zusammenbringen verschiedenartiger Körper den Sinnen darbieten, sie beruhen bis auf sehr wenige Ausnahmen auf einer Verbindung oder Zersetzung. Die letzten Ursachen der neuen Formen und Erscheinungen sind die chemischen Kräfte, von allen andern dadurch unterschieden, daß wir ihre Existenz in ihren Aeußerungen nur bei unmittelbarer Berührung der Körper wahrnehmen; in einer jeden meßbaren Entfernung äußern sie keine Art von Wirkung. Diese Klasse von Erscheinungen begrenzt das Gebiet der Chemie; die Schwere, die elek-

trische, die magnetische Kraft, die Wärme haben Einfluß auf die chemischen Vorgänge, allein als Kräfte, die auf fernhin wirken, Bewegungen, Ortsveränderungen, überhaupt Naturerscheinungen bedingen, gehört die Ermittelung ihrer Natur und ihrer Gesetze im engeren Sinne der Physik an.

Das Eisen rostet an der Luft, Schwefel und Quecksilber werden zu Zinnober; es ist die chemische Kraft, die zwischen den Theilchen des Eisens und einem Bestandtheil der Luft, die zwischen den Theilchen des Schwefels und Quecksilbers thätig ist, durch welche der Wechsel ihrer Eigenschaften bewirkt wurde, sie ist die Ursache der Entstehung eines Körpers mit neuen veränderten Eigenschaften, einer chemischen Verbindung.

Aus Zinnober, den wir mit Eisen erhitzen, erhalten wir wieder Quecksilber; aus Eisenrost, den wir mit Kohle glühen, erhalten wir wieder metallisches Eisen; wir zersetzen den Zinnober durch Eisen, den Eisenrost durch Kohle; die Ursache ist immer die chemische Kraft, der Erfolg beruht stets auf der Bildung einer Verbindung; das Eisen, welches das Quecksilber ausschied, verbindet sich mit dem Schwefel, wir hatten Schwefelquecksilber und bekommen Schwefeleisen; die Kohle, welche aus dem Eisenrost metallisches Eisen wieder hervorgehen macht, sie geht mit dem Bestandtheil der Luft, den das Eisen beim Rosten aufgenommen hatte, eine Verbindung ein.

Die unendlich große Anzahl von chemischen Zersetzungen zusammengesetzter Körper, die Ausscheidung von einem seiner Bestandtheile, sie beruht stets darauf, daß ein neu hinzukommender Körper mit den übrigen Bestandtheilen eine Verbindung eingeht. Es ist einleuchtend, daß diese Körper unter den gegebenen Bedingungen keine Art von Wechsel in ihren Eigenschaften erfahren könnten, wäre zwischen ihren Theilchen nicht die Ursache thätig, die wir als chemische Kraft bezeichnen.

Ganz dem gewöhnlichen Sprachgebrauch und der Bedeutung des Wortes entgegen, hat man die chemische Kraft Verwandtschaft, Affinität genannt. Man sagt: zwei Körper haben Verwandtschaft zu einander, wenn sie, mit einander in Berührung, die Fähigkeit zeigen, sich mit einander zu verbinden. Dieser Ausdruck ist entschieden falsch, wenn man damit sagen wollte, daß solche Körper verwandt mit einander wären.

Die zweiundsechszig einfachen Körper durch einander auf einem Tische auf einen Haufen gebracht, würde ein Kind nach ihrer äußeren Beschaffenheit in zwei große Klassen ordnen können: in eine Klasse, deren Glieder metallisches Ansehen besitzen, und in eine zweite, wo den einzelnen Individuen das metallische Ansehen abgeht.

Die erste umfaßt die Metalle, die andern heißen Metalloide. Diese großen Klassen lassen sich nun wieder, je nach der Aehnlichkeit in andern Eigenschaften,

in kleinere Gruppen scheiden, in denen man also diejenigen vereinigt, die sich am nächsten stehen. In ganz gleicher Weise zeigen zusammengesetzte Körper Aehnlichkeiten oder Unähnlichkeiten in ihren Eigenschaften, und wenn man alle familienweise ordnet, die also zusammenbringt, die von einem Vater oder einer Mutter entspringen, so zeigt es sich, daß die Glieder einer und derselben Familie sehr wenig, oft nicht die geringste Neigung zeigen, neue Mischungen zu bilden; sie sind ihren Eigenschaften nach Verwandte, haben aber keine Anziehung, keine Verwandtschaft zu einander; die Glieder hingegen zweier Familien, die in ihren Eigenschaften recht weit von einander abstehen, diese ziehen sich stets am stärksten an.

So haben die Verbindungen zweier Glieder derselben Familie die leicht erkennbaren Tugenden und Fehler der Familie in ungemindertem, oft in erhöhtem Grade, wenn aber zwei von ganz entgegengesetzten Stämmen sich alliiren, so geht stets ein neuer Körper daraus hervor, an dem man die Eltern nicht wieder erkennt.

So stehen Eisen und Quecksilber (zwei Metalle) den Stammbäumen nach unendlich näher als Eisen und Schwefel, oder Quecksilber und Schwefel (ein Metall und ein Metalloid). An einer Verbindung zwischen den beiden ersteren erkennt man sogleich den Ursprung, aber wer sollte im Zinnober das flüssige silberweiße Metall,

den gelben brennbaren Schwefel vermuthen? Hieraus ergeben sich in den Zusammensetzungen selbst verschiedene Grade der Verwandtschaft, womit man immer die ungleiche Fähigkeit oder das ungleiche Streben ihrer Theile bezeichnet, sich mit einander zu verbinden; auf diesen verschiedenen Graden der Anziehung beruhen alle Zersetzungen.

Es ist erwähnt worden, daß zur Aeußerung der chemischen Verwandtschaft unbedingt erforderlich ist, daß sich die Theilchen der Körper berühren, oder in unmeßbar kleiner Entfernung sich befinden. Jedermann kennt nun die Wirkung, welche die Wärme auf die Körper ausübt. Ein eiserner Nagel, noch so fest in die Wand geschlagen, wird allmälig lose und fällt zuletzt heraus. Im Sommer ist das Eisen mehr erwärmt, wie im Winter, es dehnt sich im Sommer aus und treibt mit großer Kraft das Holz und den Stein aus einander, im Winter zieht sich das Eisen, aber in weit höherem Grade wie der Stein oder das Holz zusammen. Die Ausdehnung durch Wärme setzt voraus, daß die Theilchen eines Körpers sich von einander entfernen, die Zusammenziehung durch Kälte, daß sie sich einander nähern. Da nun eine gewisse Nähe der Theilchen eine nothwendige Bedingung zur Aeußerung der chemischen Verwandtschaft ist, so ist leicht einzusehen, daß durch die bloße Wirkung der Hitze eine Menge chemischer Verbindungen in ihre Bestandtheile zerfallen müssen, und zwar stets in dem Fall, wo durch die Wärme die Entfer-

nung ihrer Theilchen zuletzt größer wird, als die Sphäre ihrer chemischen Anziehung ist. Hierdurch erfolgt nothwendig eine Trennung; nimmt die Hitze ab, so nähern sich die Theilchen wieder einander, und bei einer gewissen Nähe geht wieder eine Verbindung vor sich. Wir können uns denken, daß in für uns unmeßbaren hohen Temperaturen, Körper sich in einem und demselben Raume befinden, ohne sich mit einander zu verbinden, obwohl sie die stärkste Verwandtschaft zu einander haben, eben weil die Wärme die Verwandtschaft aufhebt, ihrer Aeußerung einen Widerstand entgegensetzt. So waren ohnstreitig die Bestandtheile des Erdkörpers zu einer Zeit, wo er eine außerordentlich hohe Temperatur besaß, in ganz anderer Weise geordnet, ja es ist nicht undenkbar, daß sie wie in einem Chaos durch einander schwammen, daß sich dieses Chaos zu den gegenwärtigen Mineralien und Gebirgsarten dann erst ordnete, als die Temperatur durch Abkühlung abnahm.

Denken wir uns alle Elemente des Erdkörpers durch den Einfluß einer großen Hitze in den nämlichen Zustand versetzt, in welchem sich bei gewöhnlicher Lufttemperatur das Sauerstoff- und Wasserstoffgas befindet, so würde die Erde eine ungeheure Kugel von lauter Gasen sein, die sich überall gleichförmig mischen würden, ohne eine Verbindung mit einander einzugehen, ganz so, wie dies beim Sauerstoff- und Wasserstoffgas, trotz ihrer ausge-

zeichnet großen Verwandtschaft, geschieht. Bei 350° verbindet sich das Quecksilber mit dem Sauerstoff der Luft zu einem rothen krystallinischen Pulver, bei 400° zerlegt sich dieses Pulver in Sauerstoffgas und Quecksilberdampf.

Wenn wir eine Mischung von Eisen und Blei mit Schwefel in einem Tiegel zusammenschmelzen, so trennt sich das Eisen vom Blei und verbindet sich mit dem Schwefel; so lange noch eine Spur Eisen in dem Blei ist, tritt kein Theilchen Schwefel an das Blei, sondern nur an das Eisen; ist alles Eisen an den Schwefel getreten, so vereinigt sich jetzt der Schwefel mit dem Blei. Wie man leicht bemerkt, haben beide Metalle Verwandtschaft zu dem Schwefel, allein die des Eisens ist weit größer, wie die des Bleies; daher kommt es denn, daß wenn, wie es im Großen geschieht, das in der Natur vorkommende Schwefelblei (Bleiglanz) mit Eisen zusammengeschmolzen wird, sich das Blei im reinen metallischen Zustande abscheidet; das Eisen verbindet sich mit dem Schwefel, zu dem es eine weit größere Verwandtschaft besitzt.

In ähnlicher Weise zerlegt das Eisen in der Glühhitze den Zinnober und treibt das Quecksilber aus, indem es sich mit dem Schwefel verbindet; allein in diesem Fall ist die Verwandtschaft des Eisens zum Schwefel nicht der einzige Grund der Zersetzung. Niemand hat bis jetzt

Quecksilber im rothglühenden Zustande gesehen, wie Eisen, z. B. in der Esse des Schmieds; während das Eisen in der Hitze das Feuer nicht verläßt, verwandelt sich das Quecksilber unter denselben Umständen in einen unsichtbaren Dampf; seine Theile erhalten durch die Wärme das Vermögen, Gaszustand anzunehmen; die Fähigkeit eines Körpers, Gaszustand anzunehmen, beruht nun auf dem Vermögen oder Streben seiner Theile, sich abzustoßen, sich von einander zu entfernen, und dieses Streben behaupten die Körper in ihren chemischen Verbindungen. Das Quecksilber besitzt die Fähigkeit, zu verdampfen, schon bei gewöhnlicher Temperatur; ein Tropfen Quecksilber verdampft allmählig in der Luft, er braucht hierzu längere Zeit, wie ein Wassertropfen, allein er verschwindet nach und nach. Der Zinnober verdampft unter diesen Umständen nicht, was offenbar darauf beruht, daß dem Streben des Quecksilbers im Zinnober, Luftform anzunehmen und sich von den Schwefeltheilchen loszureißen oder zu entfernen, ein Widerstand entgegenwirkt, und dies ist die chemische Verwandtschaft des Schwefels; es ist dies ein Widerstand, der durch schwache Wärmegrade nicht überwunden wird. Wird nun der Zinnober auf den Punkt erhitzt, auf welchem das Quecksilber luftförmig wird, so wird nicht nur die Verwandtschaft zwischen Schwefel und Quecksilber geschwächt, sondern auch das Streben des Quecksilbers, sich

von dem Schwefeltheilchen loszureißen, wird dadurch erhöht. Kommt jetzt der Wärme eine, wenn auch nur schwache, Verwandtschaft zu Hülfe, die des Eisens z. B. zum Schwefel, so erfolgt eine Trennung desselben vom Quecksilber, die ohne das Zusammenwirken dieser verschiedenen Ursachen unter denselben Umständen nicht erfolgt wäre. So spielt denn das Streben eines Körpers, in gewissen Temperaturen Luftform anzunehmen, eine wichtige Rolle in allen Zersetzungs- und Verbindungsprocessen des Chemikers, es ändert, erhöht oder vermindert die Aeußerungen der Verwandtschaft.

In ganz ähnlicher Weise nimmt die Fähigkeit der Theilchen eines Körpers, ihren Zusammenhang zu behaupten gegen alle Ursachen, die ihn zu vernichten streben, Antheil an dem Spiele der Verwandtschaft. Wir können durch die Hitze den Zucker, das Kochsalz schmelzen, ihre Theile leicht beweglich nach allen Richtungen hin machen, ihren festen Zustand aufheben und vernichten. Dasselbe können wir durch Wasser; in dem Wasser, in welchem Zucker und Kochsalz schmelzen, ist es nicht die Wärme, sondern die chemische Verwandtschaft des Wassers, wodurch ihr Streben, zusammenhängend zu bleiben, aufgehoben wird. Ein Stück von einem weißgebrannten Knochen ist unlöslich in Wasser und alkalischen Flüssigkeiten, das Streben seiner Theile, ihren Zustand zu behaupten, oder, wie man in diesem Falle sagt, ihre Cohäsionskraft,

ist größer, wie die Verwandtschaft der Flüssigkeit. In einer Menge saurer Flüssigkeiten, z. B. in Essig, tritt das Gegentheil ein, es löst sich darin auf. Es ist mithin einleuchtend, daß, wenn wir die Bestandtheile dieses Knochenstückes (Phosphorsäure und Kalk) in einer sauren Flüssigkeit mit einander zusammenbringen, wir keine Art von Veränderung eintreten sehen, weil beide, gleichgültig in welcher Form, in der sauren Flüssigkeit löslich sind; bringt man sie aber in Wasser oder in einer alkalischen Flüssigkeit zusammen, die der Vereinigung ihrer Bestandtheile zu einem festen Körper kein Hinderniß entgegensetzt, so sehen wir Knochenerde als weißes Pulver zu Boden fallen; es entsteht, wie man sagt, ein Niederschlag.

In dieser Weise benutzt der Chemiker die ungleiche Löslichkeit der Körper in verschiedenen Flüssigkeiten, ihr Verhalten in der Wärme, als mächtige Mittel zur Scheidung, zur Analyse. Alle Mineralien ohne Ausnahme lassen sich durch geeignete Wahl in Flüssigkeiten auflösen; indem er nun durch Zusatz von andern Materien die Natur der Flüssigkeit ändert, wechselt damit die Löslichkeit der Bestandtheile des Minerals in dieser Flüssigkeit, und es gelingt ihm auf diese Weise, einen nach dem andern daraus zu scheiden. Dies ist der eine Weg der Analyse; der andere besteht darin, daß man der Auflösung einer Verbindung, welche fünf, sechs und mehr Bestandtheile

enthält, nach und nach verschiedene andere Substanzen zusetzt, die mit einem oder dem andern der Bestandtheile eine unlösliche Verbindung eingehen. Dies geschieht in einer gewissen Reihefolge, und zwar so, wie wenn die Bestandtheile in verschiedenen Fächern lägen, zu deren Oeffnung man eben so viele verschiedene Schlüssel braucht.

Sechster Brief.

Bei diesen Zersetzungen und Verbindungen liegt die Frage ganz nahe, wieviel man von einem Körper nöthig hat, um mit einem zweiten eine chemische Verbindung hervorzubringen, wieviel man von einem dritten Körper braucht um einen Bestandtheil aus dieser Verbindung abzuscheiden und durch diesen dritten zu vertreten.

Alle diese Fragen sind auf das Erschöpfendste beantwortet. Man kennt genau die Mengenverhältnisse in denen sich die Körper verbinden, so wie die Gewichtsverhältnisse, in welchen sie sich in chemischen Verbindungen vertreten.

Eine chemische Verbindung ist dadurch charakterisirt, daß das Gewichtsverhältniß ihrer Bestandtheile unveränderlich ist, darin liegt eben ihre Verschiedenheit von einem Gemenge, in dem die Bestandtheile in veränderlichen und unbestimmten Verhältnissen zugegen sind. In dem Folgenden sind die Gewichtsverhältnisse der Be=

standtheile einiger chemischen Verbindungen in Procenten angegeben:

Wasser enthält		Salzsäure		Kohlenwasserstoff	
Sauerstoff	88,89;	Chlor	97,76;	Kohlenstoff	85,71
Wasserstoff	11,11;	Wasserstoff	2,24;	Wasserstoff	14,29
	100,00		100,00		100,00

Schwefelwasserstoffsäure.		Jodwasserstoffsäure.	
Schwefel	94,19;	Jod	99,21
Wasserstoff	5,81;	Wasserstoff	0,79
	100,00		100,00

Daß die Bestandtheile in einer chemischen Verbindung in unveränderlichen Verhältnissen zugegen sind, betrachtet man als das erste und wichtigste Verbindungsgesetz; so zwar, daß für unsere Vorstellung ein Wasser mit denselben Eigenschaften wie das gewöhnliche Wasser, aber mit einem andern Gehalte an Wasserstoff und Sauerstoff als der aufgeführte, gar nicht denkbar ist. Die Erfahrungen, welche zu diesem Gesetze geführt haben, gehören der neueren Zeit an, woher es denn kommen mag, daß man früher, wo man sie nicht kannte, ganz unbestimmte Vorstellungen über die Beziehungen der Eigenschaften einer Verbindung zu der Quantität ihrer Bestandtheile hatte. Wir wissen jetzt, daß die Eigenschaften einer Verbindung abhängig von bestimmten Gewichtsverhältnissen sind, und daß sie mit der Zunahme oder Abnahme eines Bestandtheils wechseln.

Was hingegen stets als eine wichtige Entdeckung angesehen werden muß, dieß ist die Erfahrung, daß die Bestandtheile einer einfachen chemischen Verbindung in andern chemischen Zusammensetzungen sich genau in dem Verhältniß, in welchem sie sich verbinden auch vertreten. In der procentischen Zusammensetzung kennt man demnach das Gewichtsverhältniß, in welchem diese Vertretung statt hat.

Wenn demnach in einer Sauerstoffverbindung der Sauerstoff hinweggenommen werden und Wasserstoff an dessen Stelle treten soll, so werden immer und unabänderlich 88,89 Gew.-Theile Sauerstoff ersetzt durch 11,11 Gew.-Th. Wasserstoff. In gleicher Weise werden 2,24 Gew.-Th. Wasserstoff in einer Wasserstoffverbindung vertreten und ersetzt durch 97,76 Gew.-Th. Chlor; 94,19 Gew.-Th. Schwefel durch 5,81 Gew.-Th. Wasserstoff ꝛc.

Die obigen durch die Analyse ermittelten Zusammensetzungen lassen sich in einer einfachen Form ausdrücken; auf

1 Gewichtstheil Wasserstoff

enthält

das Wasser	die Chlorwasserstoffsäure;	der Kohlenwasserst.
8 Gew. Th. Sauerst.	35,4 Chlor	6 Kohlenstoff.

In 9 Gew.-Th. Wasser befindet sich 1 Gew.-Th. Wasserstoff, da nun dieser eine Gew.-Th. Wasserstoff vertretbar ist durch 35,4 Gew.-Th. Chlor und 6 Gew.-

Th. Kohlenstoff, so ist einleuchtend, daß diese Zahlen (8 Sauerstoff, 35,4 Chlor, 6 Kohlenstoff) gleichzeitig die Gewichte ausdrücken, in denen diese Körper sich mit einander verbinden.

In 9 Wasser befindet sich 1 Gew.-Th. Wasserstoff, welcher aus dem Wasser abscheidbar und vertretbar ist durch 35,4 Chlor; es folgt daraus, daß, wenn diese Vertretung stattgefunden hat, ein Oxid des Chlors entsteht, in welchem auf 8 Gew.-Th. Sauerstoff 35,4 Chlor enthalten sind.

1 Wasserstoff	vertreten durch	35,4 Chlor
8 Sauerstoff	hiezu der Sauerstoff aus 9 Wasser	8,0
9 Wasser	geben	43,4 Chloroxid

1 Wasserstoff	vertreten durch	6 Kohlenstoff
8 Sauerstoff		8 Sauerstoff
9 Wasser	geben	14 Kohlenoxid

ferner: da 1 Gewichts-Theil Wasserstoff vertretbar ist durch 35,4 Gew.-Th. Chlor, so folgt daraus, daß, wenn wir in 7 Kohlenwasserstoff (worin 1 Gew.-Th. Wasserstoff) an die Stelle des Wasserstoffs Chlor bringen, daß sich 6 Kohlenstoff verbinden mit 35,4 Chlor

1 Wasserstoff	vertreten durch	35,4 Chlor
6 Kohlenstoff		6 Kohlenstoff
7 Kohlenwasserstoff	geben	41,4 Chlorkohlenstoff

8 Gew.-Th. Sauerstoff, 35,4 Chlor, 6 Kohlenstoff, drücken, wie man sieht in der That die Gewichte aus,

in denen sich diese drei Körper unter einander verbinden; denn Vertreten will nichts anders sagen als Verbinden.

Dieses Gesetz der Vertretung oder Verbindung ist nicht bloß wahr für die genannten Körper, es gilt für alle. Kennt man demnach das Verhältniß, in welchem sich ein Körper mit einem andern — mit zehn — mit zwanzig — mit allen übrigen Körpern verbindet, so kennt man das Gewichtsverhältniß, in welchem sich alle diese Körper gegenseitig vertreten, das heißt in dem sie sich untereinander (einer mit dem andern) verbinden.

Die folgende Tabelle bedarf kaum einer Erläuterung.

Sauerstoff . .	O.	8	Kalium . .	K.	39,2
Wasserstoff . .	H.	1	Calcium .	Ca.	20,0
Kohlenstoff . .	C.	6	Silicium .	Si.	14,8
Schwefel . . .	S.	16	Blei . . .	Pb.	103,8
Stickstoff . . .	N.	14	Kupfer . .	Cu.	31,8
Phosphor. . .	P.	32	Quecksilber	Hg.	100,0

Diese Zahlen drücken die Gewichtsmengen einiger einfachen Körper aus (sie sind von allen bekannt), in denen sie sich unter einander verbinden, oder, wenn man will, es sind die Gewichte, in denen sie sich in ihren Verbindungen vertreten.

Es ist ganz besonders hervorzuheben, daß diese Verhältnisse sich auch in den Fällen nicht ändern, wo ein Körper mit einem zweiten, dritten ꝛc. mehr wie eine Verbindung bildet. So verbinden sich 14 Stickstoff mit

8 Sauerstoff zu dem sog. Lustgas; es gibt eine zweite Verbindung, ein farbloses Gas, welches in der Luft rothe Nebel bildet, und das auf 14 Stickstoff 16 Sauerstoff (zweimal 8), es gibt eine dritte, welche 24 (dreimal 8), eine vierte, die 32 (viermal 8), eine fünfte, die Salpetersäure, welche 40 Sauerstoff (fünfmal 8) immer auf 14 Stickstoff enthält. So vereinigt sich Kohlenstoff mit Sauerstoff in zwei Verhältnissen; die erste Verbindung, ein brennbares Gas, enthält auf 6 Kohlenstoff 8 Sauerstoff, die andere auf 6 Kohlenstoff 16 Sauerstoff; die letztere ist die bekannte Kohlensäure.

In allen Fällen, wo die Elemente sich zu irgend einer Verbindung vereinigen, zeigen sich diese festen, unveränderlichen Verhältnisse.

Aus der Analyse der Essigsäure ergibt sich, daß sie in 100 Gewichtstheilen 47,06 Kohlenstoff, 5,88 Wasserstoff und 47,06 Sauerstoff enthält. Ich weiß, wieviel Sauerstoff und Wasserstoff mit 47,06 Kohlenstoff verbunden sind, und nichts ist leichter, als zu berechnen, wieviel Sauerstoff und Wasserstoff auf 6 Kohlenstoff sich darin befinden. Es ist dies ein einfaches Regel de tri Exempel. Auf 6 Kohlenstoff befinden sich darin $3/4$ Wasserstoff und 6 Sauerstoff, oder in ganzen Zahlen 24 Kohlenstoff (viermal 6), 3 Wasserstoff (viermal $3/4$) und 24 Sauerstoff (dreimal 8).

Oder ich weiß, wieviel Kohlenstoff und Wasserstoff

in der Essigsäure mit 47,06 Sauerstoff vereinigt sind, und berechne, wieviel von diesen beiden Elementen auf 8 Sauerstoff (auf eine andere der obigen unveränderlichen Zahlen) kommen. Ich erhalte, auf 8 Sauerstoff sind 1 Wasserstoff und 8 Kohlenstoff; dreimal genommen gibt dies das nämliche Verhältniß.

Die Zusammensetzung aller chemischen Verbindungen ohne Ausnahme läßt sich ganz in der nämlichen Weise durch diese festen Zahlen ausdrücken, die man eben darum Mischungsgewichte, und in Beziehung auf ihre gegenseitige Vertretung Aequivalente genannt hat, weil sie wirklich die Quantitäten ausdrücken, in denen die Körper Mischungen (besser Verbindungen) eingehen, oder in denen sie gleiche Wirkungen hervorbringen. Um eine chemische Aktion auszuüben, habe ich zu irgend einem Zwecke 8 Sauerstoff nöthig, und wenn ich anstatt des Sauerstoffs zu gleichem Zweck Schwefel verwenden kann und will, so brauche ich stets 16 Schwefel; diese Mischungsgewichte drücken gleiche Wirkungswerthe aus.

Die Erkenntniß des Naturgesetzes, welches in diesen festen Verbindungsverhältnissen sich ausspricht, führte die Chemiker zu einer Zeichensprache, die ihnen gestattet, die Zusammensetzung einer Verbindung, die Vertretung eines ihrer Elemente und überhaupt die Art und Weise, wie sie sich die Elemente geordnet denken, in einer

außerordentlich einfachen Form auszudrücken. Sie kamen nämlich unter einander überein, die Elemente und ihre Aequivalente mit den Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Namen zu bezeichnen, in der Art also, daß O (von Oxygenium) nicht nur den Sauerstoff, sondern nicht mehr und nicht weniger wie 8 Gewichtstheile Sauerstoff; H, 1 Gewichtstheil Wasserstoff; S, 16 Gewichtstheile Schwefel bedeutet. Man sieht leicht, zu welcher Bequemlichkeit dies führt. Dem glücklichsten Gedächtnisse würde es nicht möglich sein, die procentische Zusammensetzung von einem halben Hundert Verbindungen stets gegenwärtig zu haben; aber nichts ist leichter, als sich dieser Zeichen oder Formeln zu erinnern, deren Verständniß so einfach ist. Die Zusammensetzung des Wassers (in 100 Th. 88,89 Sauerstoff und 11,11 Wasserstoff) drückt der Chemiker durch HO aus, die doppelte Menge durch $2HO$, die dreifache durch $3HO$ rc.; das Kohlenoxyd durch CO, die Kohlensäure durch CO_2, die Essigsäure durch $C_4H_3O_3$, die Verbindung der Essigsäure mit Wasser durch $C_4H_3O_3 + HO$, den Aether durch C_4H_5O, den Alkohol durch $C_4H_5O + HO$.

Unter den zusammengesetzten Körpern gibt es viele Gruppen, deren einzelne Glieder ähnliche Eigenschaften oder einen gleichen chemischen Charakter zeigen, und die einander in ihren Verbindungen vertreten können. Die Eigenschaften der Gruppe, die den Namen „Säuren“

führt, sind Jedermann bekannt, weniger vielleicht was man unter Basis oder Base versteht, womit im Allgemeinen eine Verbindung bezeichnet wird, welche die Fähigkeit hat, die sauren Eigenschaften der Säuren aufzuheben, zu neutralisiren. Der durch Verbindung einer Säure mit einer Basis entstandene Körper führt, ohne alle Rücksicht auf den Geschmack, den Namen Salz. Eine Basis kann in einem Salze eine andere Base, eine Säure eine andere vertreten und bei der näheren Beachtung der Verhältnisse, in denen sich die Metalloxide, die zu den Basen gehören, vertreten, hat sich ergeben, daß hierzu sehr ungleiche Gewichte von verschiedenen Basen nöthig sind. Um 10 Theile von der einen Basis auszuscheiden, braucht man 15 Theile von einer andern, 25 Theile von einer dritten u. s. w. Wenn nun die 10 Theile der ersten Basis 5 Theile Sauerstoff enthalten, so zeigt es sich, daß auch die 15 Theile der zweiten und die 25 Theile der dritten ꝛc. ebenfalls nicht mehr und weniger als 5 Theile Sauerstoff enthalten. Die Sauerstoffmengen der sich vertretenden metallischen Basen bleiben sich unverändert gleich, nur die Metalle, die damit verbunden sind, vertreten sich je nach ihren Aequivalenten; für 39,2 Kalium, welche austreten, gehen 100,0 Quecksilber in die Verbindung ein.

Die Chemiker sind übereingekommen, eine jede Quantität eines Metalloxides, welches 8 Gewichtstheile (= 1

Aequivalent) Sauerstoff enthält, ein Aequivalent Metalloxid zu nennen, ohne alle Rücksicht auf die Anzahl der Aequivalente Metall, die sich darin befinden.

Wenn man demnach die Menge Säure kennt, die man nöthig hat, um mit einem Aequivalent Basis ein neutrales Salz zu bilden, so bleibt sich diese Säuremenge für jedes Aequivalent einer andern Basis völlig gleich, eben weil diese andern Basen gerade so viel Sauerstoff wie die erste enthalten und weil sich ihre gegenseitige Vertretung nur nach diesem Sauerstoffgehalt regelt. Man hat, wieder nach Uebereinkunft, die Quantität Säure, welche ein Aequivalent Basis sättigt, ein Aequivalent Säure genannt.

Einmal damit bekannt, wird man jetzt leicht finden, warum die Chemiker die Zusammensetzung der Essigsäure durch die Formel $C_4 H_3 O_3$, und nicht durch $C_2 H_{1\frac{1}{2}} O_{1\frac{1}{2}}$ oder irgend eine andere bezeichnen. Rechnen wir die Zahlen, welche diese Zeichen bedeuten (C_4 = viermal 6 = 24 Kohlenstoff, H_3 = 3 Wasserstoff, O_3 = dreimal 8 = 24 Sauerstoff), so bekommt man als Summe 51. Diese einundfünfzig Theile Essigsäure sind die Gewichtsmenge Essigsäure, die sich mit einem (oder irgend einem) Aequivalent Metalloxid zu einem Salze verbindet. Die Formel einer Säure bezieht sich gewöhnlich auf 1 Aequivalent Basis, die einer Basis auf 1 Aequivalent Säure; die irgend einer andern Zusammensetzung

bezieht sich stets auf das Gewichtsverhältniß, in welchem seine Elemente mit dem bekannten und ausgemittelten Aequivalente eines andern Körpers sich verbunden haben. In Fällen, wo dieß unbekannt ist, drücken die Formeln nur die gegenseitigen Beziehungen der Zusammensetzung zweier oder mehrerer Körper aus.

Die Formel eines essigsauren Salzes wird demnach geschrieben werden müssen $C_4 H_3 O_3$, MO; (M bedeutet 1 Aequivalent irgend eines Metalls). Wenn wir uns das Metall durch 1 Aequivalent Wasserstoff vertreten denken, so drückt die Formel eine Verbindung der Essigsäure mit Wasserstoffoxid (Wasser) aus, welche man wie alle Wasserverbindungen ähnlicher Art, Hydrat nennt; die Formel desselben ist $C_4 H_3 O_3$, HO oder alle Elemente zusammengerechnet $C_4 H_4 O_4$. Dieser letzteren Formel gemäß kann man auch ein essigsaures Salz in folgender Weise schreiben $C_4 \left.\begin{matrix} H_3 \\ M \end{matrix}\right\} O_4$. es stellt dar Essigsäurehydrat, in welchem 1 Aeq. Wasserstoff vertreten ist, durch 1 Aeq. Metall.

Um die chemischen Verbindungen in Beziehung auf ihre Zusammensetzung zu vergleichen, um ihre Veränderungen, Umwandlungen und Zersetzungen einzusehen, und ohne weitere Auseinandersetzung darzulegen, ist diese Zeichensprache von unschätzbarem Werth.

Ich habe eine Analyse der Essigsäure gemacht, und

will sehen, ob die durch das Experiment gefundenen Zahlen richtig sind, so drücke ich das Ergebniß des Versuches, die gefundene Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffmenge in Aequivalentzahlen aus; diese letzteren sind mit aller erdenklichen Genauigkeit ausgemittelt worden, und je näher meine Zahlen mit diesen stimmen (man heißt dies mit der Rechnung stimmen), desto mehr Zutrauen habe ich zu meiner Analyse; weichen meine Zahlen ab, so muß ich einen Fehler vermuthen, und die Arbeit fängt von vorne an. So hat man denn in den Aequivalentzahlen einen strengen Controleur der chemischen Analyse; sie zeigen mir an, daß ein Fehler begangen worden ist, oder daß meine Substanz nicht den gehörigen Grad der Reinheit besaß; Jedermann wird die folgenden Formeln übersetzen können:

$C_{14}\ H_6\ O_2$ Bittermandelöl.

$C_{14}\ H_6\ O_4$ Benzoesäure.

Das Bittermandelöl nimmt an der Luft Sauerstoff auf und verwandelt sich in Benzoesäure.

Die Ansicht der Formeln drückt die Beziehung zwischen beiden aus, in die Zahlenwerthe übersetzt, gibt sie das Quantitative in dieser Umwandlung genau an.

$C_4 H_6 O_2$ Alkohol.

$C_4 \left.\begin{matrix} H_4 \\ O_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Essigsäure.

Der Alkohol verwandelt sich durch Aufnahme von

Sauerstoff in Essigsäure. Man sieht leicht aus den Formeln, daß die Umwandlung darin besteht, daß 2 Aequivalente Wasserstoff im Alkohol ausgetreten und ersetzt sind durch 2 Aequivalente Sauerstoff. Alles dies ist außerordentlich einfach, und man wird nun leicht verstehen, was in einem vorhergehenden Briefe angedeutet wurde, daß, wenn ein neues Metall oder ein neues Metalloid entdeckt werden würde, es genügt, zu bestimmen, wieviel von diesem Metall sich mit 8 Sauerstoff oder wieviel von dem Metalloid sich mit 39,2 Kalium verbindet, um in der erhaltenen Zahl das Gewicht zu kennen, in welchem sich dieser neue Körper mit den andern verbindet; das Aequivalent des Lanthans, des Didyms, zweier neuen Metalle, die kürzlich in dem Cerit, und das des Broms, welches vor einigen Jahren in dem Meerwasser entdeckt wurde, ist auf keine andere Weise ausgemittelt worden.

An den Thatsachen, oder dem Verhalten der Körper, welches ich auseinandergesetzt habe, hat die schöpferische Phantasie nicht den geringsten Antheil; jede Zahl ist das Resultat einer großen Menge sorgfältig angestellter Analysen, die sich denn freilich nicht von selbst zu dem wichtigen Gesetz zusammengestellt haben. Das Gesetz wurde erschlossen und entdeckt durch den Scharfsinn eines Deutschen, und der Name Richter wird so unvergänglich sein, wie die Wissenschaft selbst.

Siebenter Brief.

Man wird sich leicht denken können, daß die Frage nach dem Warum, nach der Ursache dieser festen, unveränderlichen Gewichte, den philosophischen Geist der Chemiker beschäftigen mußte. Es muß eine Ursache geben, welche das Zusammentreten der Elemente in anderen Verhältnissen unmöglich macht, welche einer Verkleinerung oder Vergrößerung derselben ein unüberwindliches Hinderniß entgegensetzt. Die festen Verhältnisse sind Aeußerungen dieser Ursache, allein mit denselben ist das Gebiet der Forschung begrenzt, sie selbst ist nicht sinnlich wahrnehmbar und kann nur Gegenstand der Speculation, des geistigen Vorstellungsvermögens sein.

Wenn ich es versuchen werde, die Ansicht zu entwikkeln, welche in diesem Augenblick über die Ursache der chemischen Proportionen herrschend geworden ist, so muß man nicht vergessen, daß ihre Unwahrheit oder Wahrheit mit dem Gesetze selbst nicht das Geringste zu thun hat; dieses letzte bleibt als ein Ausdruck der Erfahrung immer

wahr und ändert sich nicht, wie sich auch die Vorstellungen über den Grund ändern mögen.

Eine sehr alte Vorstellung über die Natur der Materie, die sogenannte atomistische, eignet sich in der That vortrefflich zum sinnlichen Verständniß der chemischen Proportionen; sie setzt nämlich voraus, daß in einem Raum, den ein fester, flüssiger oder luftförmiger Körper einnimmt, nicht alle Theilchen des Raumes mit fester Masse, mit Materie ausgefüllt seien, sondern daß ein jeder Körper Poren habe, nicht etwa wie bei einem Stücke Holz, an dem sie sichtbar sind, sondern unendlich viel kleiner. Ein Körper besteht nach dieser Ansicht aus sehr kleinen Theilchen, die sich in einer gewissen Entfernung von einander befinden; zwischen je zwei Theilchen ist also ein, nicht durch die Materie des Körpers ausgefüllter Raum vorhanden.

Die Wahrscheinlichkeit dieser Idee ist in die Augen fallend; wir können ein Volumen Luft in einen tausendmal kleinern Raum zusammenpressen, und auch feste und flüssige Körper nehmen unter der Gewalt eines mechanischen Druckes einen kleinern Raum ein. Eine Billardkugel, mit einiger Kraft auf einen harten Körper geworfen, plattet sich ab und nimmt nach dem Abspringen die Kugelform wieder an. Alle Körper nehmen beim Erwärmen einen größeren, beim Erkalten einen kleineren Raum ein.

Es ist aus diesen wohlbekannten Erfahrungen leicht ersichtlich, daß der Raum, den ein Körper gerade einnimmt, von zufälligen Umständen abhängt, daß er wechselt mit den Ursachen der Temperatur und dem Druck, die ihn größer oder kleiner zu machen streben. Wenn man sich nun denkt, daß an dem Orte, wo sich ein kleines Theilchen Materie, das eigentlich Raumerfüllende in einem Körper, befindet, nicht gleichzeitig ein zweites und drittes Theilchen Platz hat, so führt dies von selbst auf die Vorstellung, daß die Vergrößerung oder Verkleinerung des Volumens eines Körpers eine Folge ist von der größeren oder kleineren Entfernung seiner raumerfüllenden Theilchen. In einem Pfunde flüssigen Wassers sind offenbar die Wassertheile näher bei einander, als in einem Pfunde Wasser-Dampf, der bei gewöhnlichem Druck einen 1700mal größeren Raum einnimmt.

Diese Vorstellung gewährt Einsicht in eine Menge Erscheinungen, welche, gleich einfach, bis jetzt durch keine andere Ansicht erklärbar sind.

Die atomistische Theorie setzt ferner voraus, daß die kleinen Theilchen, woraus die Masse eines Körpers besteht, nicht weiter in kleinere theilbar seien, daher denn der Name Atome für diese kleinsten Theilchen.

Es ist für den Verstand durchaus unmöglich, sich kleine Theilchen Materie zu denken, welche absolut untheilbar sind; im mathematischen Sinne unendlich klein,

ohne alle Ausdehnung können sie nicht sein, eben weil sie Gewicht besitzen; allein so klein auch ihr Gewicht angenommen werden mag, wir können die Spaltung des einen Theilchens in zwei Hälften, in drei, in hundert Theile nicht für unmöglich ansehen. Aber wir können uns auch denken, daß diese Atome nur physikalisch untheilbar sind, so daß sie sich nur unserer Wahrnehmung nach so verhalten, wie wenn sie keiner weiteren Theilung mehr fähig wären; ein physikalisches Atom würde in diesem Sinne eine Gruppe von viel kleineren Theilchen sein, die durch eine Kraft oder durch Kräfte zu einem Ganzen zusammengehalten werden, stärker wie alle auf dem Erdkörper zu ihrer weiteren Spaltung uns zu Gebote stehenden Kräfte.

Mit diesen Atomen, und was der Chemiker darunter meint, verhält es sich wie mit seinen Elementen. Die 62 bekannten einfachen Körper sind nur Elemente beziehungsweise zu den Kräften und Mitteln, die uns zu Gebote stehen, um sie in noch einfachere zerfallen zu machen. Wir können es nicht, und die Grundsätze der Naturforschung festhaltend, nennen wir sie so lange einfache Körper, bis uns die Erfahrung eines Besseren überführt. Die Geschichte der Wissenschaft ist in Hinsicht auf diese Methode reich an nützlichen Lehren; Rückschritte, Irrthümer und falsche Ansichten ohne Zahl waren stets die unmittelbaren Folgen der Ueberschreitung des Ge-

bietes der Erfahrung. Ohne die Theilbarkeit der Materie in's Unendliche zu bestreiten, behauptet der Chemiker nur den festen Grund und Boden seiner Wissenschaft, wenn er die Existenz physikalischer Atome als eine ganz unbestreitbare Wahrheit annimmt.

Ein Tübinger Professor hat diese Ansicht durch ein geistreiches Bild versinnlicht; er vergleicht die Atome mit den Himmelskörpern, die in Beziehung zu dem Raum, in welchem sie schweben, unendlich klein, d. h. Atome sind. Alle diese unzähligen Sonnen mit ihren Planeten und Trabanten bewegen sich in abgemessenen Entfernungen von einander; sie sind untheilbar in Hinsicht auf die Existenz von Kräften, die von ihnen etwas Materielles losreißen, oder ihre Gestalt und Größe in einem so bemerklichen Grade zu ändern vermöchten, daß damit ihr Verhältniß zu den andern Himmelskörpern gestört werden könnte; aber sie sind nicht untheilbar an sich. Das Weltall stellt in diesem Sinne einen großen Körper dar, dessen Atome, die Himmelskörper, untheilbar und unveränderlich sind.

Der atomistischen Ansicht gemäß ist demnach ein Stück Glas, ein Stück Zinnober, ein Stück Eisen ꝛc. ein Haufwerk von Atomen Glas, Zinnober, Eisen, deren Zusammenhang durch die Cohäsionskraft bedingt wird; das allerkleinste denkbare Theilchen Eisen ist immer Eisen, aber was den Zinnober betrifft, so wissen wir mit

der größten Bestimmtheit, daß ein physikalisch nicht weiter in kleinere Theile spaltbares Theilchen Zinnober noch kleinere Theile enthält, nämlich Schwefel- und Quecksilbertheilchen, von denen wir sogar das Gewichtsverhältniß kennen, in welchem beide darin vorhanden sind.

Das Eisen besteht aus gleichartigen Atomen Eisen, der Zinnober aus gleichartigen Atomen, von denen jedes Zinnober ist; aber diese letzteren sind nicht einfach, wie die des Eisens, sondern sie sind einer weiteren Spaltung fähig; für die Sinne sind sie gleichartig, allein wir wissen, daß sie zusammengesetzt sind; wir können durch Reiben, Pulvern, Feilen ꝛc. ein Stück Zinnober in viel kleinere Stückchen zertheilen, allein durch keine mechanische Gewalt sind wir im Stande, die Kraft zu überwinden, mit welcher die ungleichartigen Theilchen, die Bestandtheile eines zusammengesetzten Atoms zusammengehalten werden. Darin unterscheidet sich eben die chemische Verwandtschaft von der Cohäsionskraft, daß sie sich nur bei Berührung der ungleichartigen Atome thätig zeigt, und da sich die Atome einander nicht durchdringen können, so folgt von selbst, daß die zusammengesetzten Atome durch Nebeneinanderlegung der einfachen, in Folge der zwischen ihnen thätigen Verwandtschaftskraft entstehen; sie gruppiren sich zu zwei, drei, zu hundert ꝛc., und jede dieser Gruppen stellt einen gleichartigen Theil der ganzen

Masse dar. Wir können uns das kleinste Theilchen Zinnober als eine Gruppe von zwei Atomen denken, von denen das eine ein Quecksilberatom, das andere ein Schwefelatom ist.

Wenn man erwägt, daß tausend Pfund Zinnober das nämliche Verhältniß Schwefel und Quecksilber enthalten, wie ein Pfund oder ein Gran, und sich denkt, daß ein Stück Zinnober eine Million Zinnoberatome enthalte, so ist klar, daß in einem einzigen Atom, wie in der Million Atome, sich stets für je 16 Schwefel 100 Quecksilber befindet. Zerlegen wir den Zinnober durch Eisen, so tritt das Quecksilberatom aus und sein Platz wird nun von einem Eisenatom eingenommen. Ersetzen wir den Schwefel im Zinnober durch Sauerstoff, so tritt ein Sauerstoffatom an die Stelle des Schwefelatoms.

Man sieht leicht ein, daß nach dieser Vorstellung über die Zusammensetzung der Körper und ihre gegenseitige Vertretung die Aequivalentenzahlen nichts anders ausdrücken, als das relative Gewicht der Atome. Wie schwer ein einzelnes Atom wiegt, sein absolutes Gewicht, ist nicht bestimmbar, wieviel das eine aber mehr Gewicht mitbringt in eine chemische Verbindung wie das andere, das relative Gewicht der Atome, dies kann ermittelt werden. Ich brauche zur Vertretung von 8 Gewichtstheilen Sauerstoff 16 Schwefel, oder doppelt so viel als das Gewicht des Sauerstoffs beträgt, weil das

Schwefelatom doppelt so schwer ist, wie das Sauerstoffatom; ich habe nur ein Achtel von dem Gewicht des Sauerstoffs an Wasserstoff nöthig, weil das Wasserstoffatom achtmal leichter ist. So ist das Kohlenoxyd eine Gruppe von 2 Atomen, die Kohlensäure eine Gruppe von 3 Atomen; das erste enthält auf 1 Atom Kohlenstoff 1 Atom, die Kohlensäure 2 Atome Sauerstoff.

Die Unveränderlichkeit der festen Gewichtsverhältnisse, in denen sich die Körper verbinden, erklärt die Theorie aus der Existenz untheilbarer Theilchen, welche ungleich schwer sind, und in der chemischen Verbindung sich nicht durchdringen, sondern neben einander lagern.

In ihrer eigentlichen Bedeutung drücken die Aequivalentenzahlen gleiche Wirkungswerthe aus, nämlich die Gewichte der Körper, in welchen sie in der chemischen Verbindung gleiche Effecte hervorbringen, und diese Effecte versinnlichen wir uns, indem wir sie untheilbaren Theilchen zuschreiben, die einen gewissen Raum einnehmen und eine bestimmte Gestalt besitzen. Wir haben kein Mittel, um uns Gewißheit über die wahre Anzahl der Atome selbst in der einfachsten Verbindung zu verschaffen, denn um dies zu können, müßten wir im Stande sein, sie zu sehen und zu zählen; eben deßhalb ist bei aller Ueberzeugung, die wir über die Existenz physischer Atome haben, die Annahme, daß die Aequivalentenzahlen wirklich das relative Gewicht der einzelnen Atome

ausdrücken, nur eine Hypothese, für die wir keine weiteren Beweise haben.

Ein Zinnoberatom enthält auf 100 Quecksilber 16 Schwefel; die Chemiker nehmen an, daß diese Verhältnisse das relative Gewicht von einem Atom Quecksilber und einem Atom Schwefel ausdrücken. Dies ist eine bloße Hypothese; es könnte ja sein, daß 100 Quecksilber das Gewicht von 2 oder 3, 4 oder mehr Atomen Quecksilber repräsentiren. Wären es 2 Atome, so würde 1 Atom Quecksilber durch die Zahl 50, wären es 3, so würde es durch die Zahl 33,3 repräsentirt werden müssen. Der Zinnober würde in dem einen Falle — so würden wir sagen — aus 2 (aus zweimal 50), in dem andern aus 3 Atomen (dreimal 33,3) Quecksilber und 1 Atom Schwefel bestehen.

Was man in dieser Hinsicht auch annehmen mag, ob zwei oder drei ꝛc. Atome Quecksilber oder Schwefel, die Zusammensetzung des Zinnobers bleibt, wie sie ist, nur die Art ihrer Versinnlichung würde sich mit der hypothetischen Ansicht über die Anzahl der Atome in einer chemischen Verbindung ändern. Es wird deßhalb immer am besten bleiben, aus der chemischen Zeichensprache, deren einziger Zweck ja nur ist, die Zusammensetzungen, Vertretungen, Umwandlungen und Zersetzungen der chemischen Verbindungen anschaulich und leicht verständlich zu machen, alles Hypothetische zu verbannen, die Schreib-

art der Formeln also nicht zu einem Ausdrucke wechselnder Vorstellungen zu machen. Die Anzahl der Aequivalente der Bestandtheile in einer chemischen Verbindung ist unveränderlich und bestimmbar, die eigentliche Anzahl der Atome, die sich zu einem Aequivalent vereinigen, wird nie ermittelt werden. Es führt aber nicht den geringsten Nachtheil mit sich, wenn wir überall, wo es sich um theoretische Betrachtungen oder um Verdeutlichung von Begriffen handelt, die Aequivalente für die Gewichte der Atome selbst nehmen. Diese Zahlen drücken in diesem Sinne, wie sich von selbst versteht, nur die Gewichtsunterschiede der Atome aus, wie vielmal das eine Atom schwerer als das andere ist. Die in der Tabelle S. 119 angeführten Zahlen beziehen sich auf die Vertretung einer Gewichtsmenge Wasserstoff = 1 oder auf die Vertretung der mit dieser Wasserstoffmenge in dem Wasser verbundenen Sauerstoffmenge. Auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff enthält das Wasser 8 Gewichtstheile Sauerstoff; wenn man nun annimmt, das Wasser bestehe aus 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff, wenn man ferner voraussetzt, daß zur Vertretung von 1 Atom Wasserstoff oder Sauerstoff immer nur 1 Atom eines andern Körpers und nicht mehr oder weniger nöthig ist, so drücken die Gewichte der andern Körper die Atomgewichte derselben aus, in Zahlen, die sich natürlich alle auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff oder 8 Gewichtstheile Sauerstoff

beziehen. Multiplicirt man alle Aequivalentenzahlen mit 12½, so wird die Aequivalentenzahl des Wasserstoffs 12,5, die des Sauerstoffs wird 100, und die übrigen Zahlen drücken alsdann aus, wieviel von den verschiedenen andern Körpern dazu gehört, um 100 Sauerstoff oder um 12½ Wasserstoff zu vertreten. Durch Multiplication aller Aequivalente mit einer und derselben Zahl werden ja die Beziehungen, in denen sie zu einander stehen, in keiner Weise geändert, und es ist ganz gleichgültig, ob man sich der Zahlen bedient, die sich auf den Wasserstoff als Einheit oder auf den Sauerstoff = 100 beziehen.

Achter Brief.

Die Atome müssen, unserer Vorstellung nach, einen gewissen Raum einnehmen und eine gewisse Gestalt besitzen: durch ihre Verbindung unter einander entstehen zusammengesetzte Atome, die natürlicher Weise einen gleichen oder größeren Raum einnehmen, wie die einfachen zusammengenommen; je nach ihrer Zusammensetzung oder der Art und Weise, wie sie sich geordnet haben, muß die Form wechseln. Bei den krystallisirenden Körpern, deren kleinste Theilchen eine bestimmte Gestalt besitzen, läßt sich, wie sich von selbst versteht, allein wahrnehmen, in welcher Beziehung die Form des Krystalls zu seiner Zusammensetzung steht. Man hat hierüber sehr interessante Beobachtungen gemacht. Wenn nämlich zwei Salze von verschiedener Krystallgestalt aus einer und derselben Flüssigkeit krystallisiren, so bilden sich die Krystalle des einen Salzes vollkommen so aus, wie wenn das andere Salz in der Flüssigkeit gar nicht vorhanden wäre. Bringen wir eine Handvoll Salpeter und Koch-

salz in eine hinreichende Menge Wasser, so lösen sich beide darin auf. Stellen wir die Auflösung auf einen warmen Ofen, so verdunstet allmählig das Wasser und die beiden Salze lagern sich in Krystallen auf dem Boden des Gefäßes wieder ab; mit bloßem Auge unterscheidet man die Würfel des Kochsalzes von den langen Säulen, welche dem Salpeter angehören. Nehmen wir einen Kochsalzkrystall aus der Flüssigkeit heraus und waschen ihn mit etwas reinem Wasser ab, so zeigt es sich, daß in dem Krystall selbst kein Salpeter enthalten ist; auf der andern Seite enthalten die Salpeterkrystalle kein Kochsalz. Wenn man nun erwägt, daß beide Krystalle sich gleichzeitig in einer und derselben Flüssigkeit bilden, so folgt von selbst aus der Beschaffenheit der Krystalle, daß die Kochsalztheilchen, indem sie sich zu einem Krystalle vereinigten, nur Kochsalztheilchen, die Salpetertheilchen nur Salpetertheilchen anzogen und dadurch an Größe zunahmen. Zuletzt, wenn alles Wasser verdampft ist, hat man ein inniges Gemenge von Kochsalz und Salpeter, aber jeden einzelnen Kochsalzkrystall dennoch gesondert von den einzelnen Salpeterkrystallen.

Setzt man etwas heißem Wasser Bittersalz und Salpeter zu, und gießt die mit beiden Salzen gesättigte Flüssigkeit ab, so lagern sich während der allmähligen Abkühlung Bittersalzkrystalle und Salpeterkrystalle neben einander ab, allein die einzeinen Salpeterkrystalle

enthalten kein Bittersalz, die einzelnen Bittersalzkrystalle keinen Salpeter. Es ist klar, daß auch in diesem Falle die Bittersalztheilchen zu den Salpetertheilchen keine Art von Anziehung besaßen; wir müssen uns im Gegentheil denken, daß eine Art von Abstoßung zwischen beiden stattfand, denn sonst würden sich Salpeter- und Bittersalz-, oder Salpeter- und Kochsalztheilchen nicht blos neben einander, sondern auch in und auf einander schichtenweise ablagern müssen.

Ganz anders verhält es sich mit Bittersalz und Nickel- oder Zinkvitriol; wenn beide aus einer und derselben Flüssigkeit krystallisiren, so beobachtet man keine Trennung von Zinkvitriol- und Bittersalz-Krystallen, sondern die gebildeten Krystalle enthalten gleichzeitig Zinkvitriol und Bittersalz, oder Nickelvitriol und Bittersalz, und zwar in allen möglichen Verhältnissen, je nach der Menge, die von beiden Salzen in der Auflösung vorhanden war. Man sieht leicht ein, daß die sich abscheidenden Zinkvitriol- und Bittersalztheilchen eine Anziehung, und offenbar eine ganz gleiche, zu einander hatten, denn ein Bittersalzkrystall zog ja ein Zinkvitrioltheilchen ganz so an, wie wenn es ein Bittersalztheilchen gewesen wäre, und umgekehrt; es fand nicht, wie zwischen Kochsalz und Salpeter, eine Art Wahl statt.

Wenn man nun einen Nickelvitriolkrystall mit einem Bittersalzkrystall vergleicht, so zeigt es sich, daß beide

einerlei Krystallgestalt besitzen. So sieht der Bittersalzkrystall aus wie weißer Nickelvitriol, der Nickelvitriol wie grünes Bittersalz; es ist in den Winkeln, Ecken und Kanten kein Unterschied wahrnehmbar. Da nun ein großer Krystall aus einer Anhäufung von kleinen und kleinsten Krystallchen besteht, so muß nothwendig das letzte Nickelvitrioltheilchen die nämliche Gestalt haben, wie das allerletzte oder kleinste Bittersalztheilchen, oder, was das Nämliche ist, die Gruppe von Atomen, die zu einem Zink- oder Nickelvitriol-Atom zusammengetreten sind, hat die nämliche Form wie die Gruppe, aus der ein Bittersalzatom besteht; der Krystall, in welchem beide in und neben einander sich vereinigt befinden, besitzt die Gestalt, welche jeden seiner Bestandtheile (das Bittersalz, den Nickel- oder Zinkvitriol) charakterisirt.

Weitere Beobachtungen haben ergeben, daß die Gleichheit der Krystallformen zweier Körper nicht der einzige Grund ist, daß sie zusammen krystallisiren und daß die Form ihrer gemischten Krystalle die nämliche ist, wie die ihrer Bestandtheile.

So besitzt ein Salmiakkrystall dieselbe geometrische Gestalt wie ein Alaunkrystall, aber aus einer und derselben Flüssigkeit, krystallisiren beide getrennt von einander; die sich bildenden Alaunkrystalle enthalten keinen Salmiak, die Salmiakkrystalle keinen Alaun, offenbar, weil, trotz der gleichen Form der Krystallatome, die Kraft,

mit welcher die Alauntheilchen und Alauntheilchen, oder Salmiaktheilchen und Salmiaktheilchen einander anziehen, weit größer ist, wie die anziehende Kraft, die zwischen Salmiak- und Alauntheilchen thätig ist; denn diese letztere besteht für die Beobachtung nicht.

Wenn man nun die Zusammensetzung derjenigen Verbindungen, die bei *gleicher* Krystallform *nicht* zusammen krystallisiren, mit denen vergleicht, welche unter denselben Umständen gemischte Krystalle bilden, so zeigt sich, daß die *ersteren* eine *unähnliche*, die *anderen* eine in allen Stücken *ähnliche* Zusammensetzung besitzen. So enthalten Bittersalz, Zinkvitriol, Nickelvitriol eine ganz gleiche Anzahl zusammengesetzter Atome und zwar so, daß ein Bittersalzkrystall von einem Zink- oder Nickelvitriolkrystall sich nur dadurch unterscheidet, daß die beiden letzteren, anstatt eines Aequivalents oder Atoms Magnesium, ein Atom Nickel oder Zink enthalten, in der Art, daß wir Zink- oder Nickelvitriol erhalten, wenn wir in einem Bittersalzkrystall das Magnesium ausscheiden und durch ein Aequivalent Zink oder Nickel vertreten.

Das Salmiakatom enthält seinen Bestandtheilen nach nur zwei zusammengesetzte Atome; der Alaun, welcher in derselben Form krystallisirt, enthält dreißig zusammengesetzte Atome. Eine unähnlichere Constitution kann nicht gedacht werden; sie krystallisiren nicht zusammen.

In allen späteren Untersuchungen hat sich stets gezeigt, daß die Aehnlichkeit in der Zusammensetzung in sehr vielen Fällen eine gleiche Krystallform bedingt, daß zwei Verbindungen von gleicher Krystallform, wenn sie gemischte Krystalle geben, welche die nämliche geometrische Gestalt besitzen, meistens auch ähnlich zusammengesetzt sind, d. h. eine gleiche Anzahl von Atomen (oder Aequivalenten) in derselben Weise geordnet enthalten. In den Fällen, wo zwei Salze von verschiedener Krystallgestalt zusammen krystallisiren, zeigt es sich stets, daß die Form des gemischten Krystalls gleich ist der Form des einen der beiden Salze, und daß seine Zusammensetzung diesem letztern ähnlich ist. So erhält man aus einer Mischung von Kupfer- und Zinkvitriol (zwei Salze von verschiedener Form und unähnlicher Zusammensetzung), je nach der überwiegenden Menge des einen von beiden, gemischte Krystalle, welche die Form des Kupfervitriols oder die Form des Zinkvitriols besitzen, und es zeigt sich, daß die ersteren in ihrer Zusammensetzung dem Kupfervitriol, die andern dem Zinkvitriol ähnlich sind.

Die schönsten Beispiele, daß in vielen Verbindungen die Krystallgestalt ganz unabhängig ist von der Verschiedenheit der Elemente, bieten die sogenannten Alaune dar, womit man Verbindungen bezeichnet, welche eine dem gewöhnlichen Alaun ähnliche Zusammensetzung besitzen, dessen Bestandtheile Schwefelsäure, Thonerde,

Kali und Wasser sind. Er krystallisirt in schönen, regelmäßigen Oktaëdern. Wir können aus diesem Alaun die Thonerde herausnehmen und durch Eisenoxyd, Chromoxyd, Manganoxyd ersetzen, ohne daß sonst etwas in seiner Form oder Zusammensetzung geändert wird. Der Eisenalaun (welcher an der Stelle der Thonerde Eisenoxyd enthält) ist beinahe farblos und der äußeren Beschaffenheit nach nicht unterscheidbar vom Thonerde-Alaun. Der Chromalaun unterscheidet sich in nichts davon, außer durch eine dunkelgrüne, der Manganalaun durch eine violette Farbe. Legt man einen Krystall von Chromalaun in eine kalt gesättigte Auflösung von gewöhnlichem Thonerde-Alaun, so lagern sich die beim allmähligen Verdunsten des Wassers krystallisirenden Theilchen des Thonerde-Alauns auf den Flächen des Chromalaunkrystalls ganz so ab, wie wenn es Chromalauntheilchen wären. Diejenige Fläche nimmt am raschesten an Größe zu, welche den Boden des Gefäßes berührt, und wenn man täglich den Krystall wendet und alle Flächen gleichmäßig wachsen macht, so hat man zuletzt ein regelmäßiges Oktaëder von weißem, durchsichtigem Thonerde-Alaun, in dessen Mitte sich als Kern ein im durchfallenden Lichte rubinrothes regelmäßiges Oktaëder von Chromalaun befindet.

In ganz gleicher Weise können wir die Schwefelsäure des Alauns ausscheiden und durch die ähnlich zu-

sammengesetzte Chromsäure und Selensäure ersetzen, das Kali durch Ammoniumoxyd, ohne seine Krystallform im mindesten zu ändern, und es hat sich ergeben, daß nicht nur in dem einen Beispiel, in dem Alaun, nein, daß überall, in allen Fällen, wo Thonerde, Eisenoxyd, Chromoxyd, Manganoxyd, oder Schwefelsäure, Chromsäure und Selensäure, oder Kali und Ammoniumoxyd sich in Verbindungen vertreten, die Form der neuen Verbindung unverändert bleibt; nur in dem Fall, wenn in Folge dieser Vertretungen ein neuer Bestandtheil zu-, oder einer der vorhandenen übrigen Bestandtheile austritt, sieht man, daß sich auch die Krystallform ändert, indem die Zusammensetzung alsdann unähnlich wird.

Alle die sich in ähnlichen Verbindungen ohne Aenderung der Krystallgestalt vertretenden Körper hat man nach und nach kennen gelernt und in Gruppen geordnet; sie haben den diese Eigenschaft sehr gut bezeichnenden Namen isomorphe (gleichgestaltige) Substanzen erhalten. So, sagt man, sind Chlor, Brom, Jod, Cyan, Fluor, oder Kalk, Bittererde, Eisen- und Manganoxydul isomorph, womit man also meint, daß ihre ähnlich zusammengesetzten Verbindungen gleiche Krystallgestalt haben und sich ohne Aenderung der Krystallform in Verbindungen zu vertreten vermögen.

Es wird Niemanden entgehen, daß ein Alaunkrystall in ganz unbestimmten und wechselnden Mengen Eisen-

oxyd und Thonerde, oder Kali und Ammoniumoxyd enthalten kann, ohne daß er deßhalb aufhört, ein Alaunkrystall zu sein und für Alaun angesehen zu werden; daß es gerade in der Eigenthümlichkeit der isomorphen Substanzen liegt, sich einander nicht in einzelnen unveränderlichen, sondern in allen möglichen Verhältnissen zu vertreten. Das obenerwähnte Verhalten dieser Verbindungen schien den früher schon erkannten Gesetzen über die festen und constanten Verbindungsverhältnisse entgegenzustehen; allein mit der Kenntniß des letzten Grundes, der gleichen Gestalt und gleichen Anziehung ihrer Theilchen, erklärte sich die Abweichung auf die einfachste und genügendste Weise.

Ganz besonders wichtig und bedeutungsvoll wurde diese schöne, von einem Deutschen gemachte Entdeckung für die Mineralogie. Bei dem Versuche, die Mineralien nach ihren Bestandtheilen und ihrer Zusammensetzung zu ordnen, ergaben sich zahllose Verwickelungen und Schwierigkeiten; die gewissenhaftesten Chemiker widersprachen sich in der Zusammensetzung der am besten charakterisirten Mineralien. So fand der Eine in dem Granat von Arendal über 13 Procent Bittererde, die in dem von Fahlun, vom Vesuv rc. gänzlich fehlte; in dem edlen Granat ergab die Analyse 27 Procent Thonerde, von welcher in dem gelben von Altenau keine Spur aufzufinden ist. — Welche Bestandtheile gehören denn zu

dem Granat? wie ist er eigentlich zusammengesetzt? — Alles dies hat sich sehr einfach entwirrt; wo die Thonerde fehlte, fand sich das isomorphe Eisenoxyd, wo die Bittererde fehlte, fand sich der isomorphe Kalk; es zeigte sich, daß der Granat wechselnde Mengen isomorpher Oxyde, von Eisenoxyd und Thonerde, oder Kalk, Manganoxydul, Eisenoxydul enthält, die einander ohne Aenderung der Form der Verbindung zu vertreten vermögen.

Genauere Messungen der Krystalle haben später dargethan, daß die ähnlichen Verbindungen isomorpher Substanzen nicht immer ganz vollkommen die nämliche Form zeigen, daß also die Winkel, welche die Flächen mit einander bilden, nicht immer ganz identisch sind, und es ist sicher die schönste Begründung unserer Ansichten über die Existenz der Atome gewesen, daß diese Abweichungen durch Betrachtungen erklärbar wurden, die sich an die atomistische Theorie knüpfen ließen.

Versinnlichen wir uns in der That einen Krystall entstanden durch Nebeneinanderlagerung von Atomen, von denen jedes eine gewisse Gestalt besitzt, und die Gestalt des ganzen Krystalls, als abhängig von der Form seiner kleinsten Theile, so wird das Thonerde-Atom in dem Alaunatom einen gewissen Raum ausfüllen. Wenn wir das Thonerde-Atom in diesem Krystall herausnehmen und an seine Stelle ein Eisenoxydatom bringen, so wird der Alaunkrystall seine geometrische Gestalt behalten,

wenn das Eisenoxydatom die nämliche Form hat wie das Thonerde-Atom, aber nur dann, wenn es auch ebenso groß ist, wenn sein Volumen gleich ist dem Volumen des Thonerde-Atomes, wird die Form des Alaunkrystalls absolut dieselbe bleiben; füllt aber im Allgemeinen das isomorphe Oxyd den Raum des zu vertretenden nicht vollkommen aus, ist sein Volumen kleiner oder größer, so muß sich dies in der gegenseitigen Neigung der Kanten des Krystalls zu seiner Axe zu erkennen geben.

Auf eine sehr sinnreiche Weise ist man dazu gelangt, den Raum, den die Atome zweier sich vertretenden isomorphen Substanzen in einer Verbindung einnehmen, zu vergleichen. Jedermann weiß, daß die festen, flüssigen und luftförmigen Körper bei gleichem Rauminhalt ein sehr ungleiches Gewicht besitzen. Ganz unwillkürlich vergleichen wir ja den Raum, den ein Stück Holz einnimmt, mit dem, welcher von einem gleich schweren Stück Blei eingenommen wird, indem wir sagen, daß das Holz leichter sei wie Blei. Ein Pfund Holz wiegt ja genau so viel wie ein Pfund Blei, allein ein Kubikzoll Blei wiegt über eilfmal mehr wie ein Kubikzoll Holz. Die Verschiedenheit des Gewichtes, das die Körper bei gleichem Rauminhalt besitzen, ist von den Naturforschern mit großer Genauigkeit ermittelt und in Zahlen ausgedrückt worden; es sind dies die bekannten specifischen Gewichtszahlen. Aehnlich wie die Gewichte zweier Körper ver-

gleichbar werden, indem man ausmittelt, wievielmal eine bekannte Gewichtseinheit, ein Pfundgewicht z. B., in der Masse eines jeden von beiden enthalten ist, ohne alle Rücksicht auf den Raum, den sie einnehmen, bedient man sich nach einer Uebereinkunft zur Ermittelung der specifischen Gewichte der Körper einer Gewichtseinheit von bekanntem Rauminhalt. Wievielmal bei gleichem Rauminhalt ein Körper mehr wiegt, wie ein anderer, wird ausgedrückt in Zahlen, die sich auf das Gewicht eines gleich großen Stückes Wasser beziehen. Das Gewicht eines gleichen Volumens Wasser ist also ein Maaß, es ist die Gewichtseinheit, und die Zahl, welche das spezifische Gewicht eines Körpers bezeichnet, drückt aus, wievielmal der Körper bei gleichem Rauminhalt mehr oder weniger wiegt, oder wievielmal die Gewichtseinheit darin enthalten ist.

Bei Ermittelung des Gewichtes eines Körpers, ohne alle Rücksicht auf seinen Rauminhalt (des absoluten Gewichtes), legen wir ihn auf die eine Wagschale und auf die andere so viel Gewichtseinheiten (Pfunde z. B.), bis beide sich im Gleichgewicht befinden; es ist ganz gleichgültig, ob die Gewichtseinheiten von Blei, Eisen, Platin, Holz oder irgend einem andern Material sind. Denken wir uns nun anstatt eines Pfund- oder Lothgewichtes von Eisen ein Pfund- oder Lothgewicht von Wasser, nehmen wir an, wir hätten den Körper auf die

eine Wagschale gelegt, und in die andere so viel Wasser gegossen, daß sich beide Wagschalen vollkommen im Gleichgewichte befinden, so haben wir das Gewicht des Körpers ausgedrückt in Lothen, Pfunden Wasser. Wenn wir nun jetzt den Raum vergleichen, den der gewogene Körper einnimmt, mit dem Raum, den das gleich schwere Wasser erfüllt, so erfahren wir genau, wievielmal mehr oder weniger Raum das Wasser bei gleichem Gewichte einnimmt als der Körper.

Legen wir auf die eine Wagschale einen Kubikzoll Eisen, so brauchen wir, um das Gleichgewicht herzustellen, 7¾ Kubikzoll Wasser; 1 Kubikzoll Wasser ist also 7¾mal leichter wie 1 Kubikzoll Eisen, oder, was das Nämliche ist, 1 Kubikzoll Eisen ist 7¾mal schwerer, wie 1 Kubikzoll Wasser *).

Bringen wir auf der einen Wagschale 100 Volum=

*) Nur des Beispiels wegen möge hier angedeutet werden, wie sich der Rauminhalt von Körpern, von einer gegebenen Menge Sand z. B., denen man mit Meßinstrumenten nicht mehr beikommen kann, mit der größten Schärfe bestimmen läßt. Man denke sich ein mit einer Scala versehenes Gefäß, die uns genau den Inhalt desselben in Kubikzollen (wovon jeder in 100 Theile wieder getheilt sein soll) angibt. Wenn das Gefäß halb mit Wasser gefüllt ist und wir schütten den gewogenen Sand in das Wasser, so wird das Wasser nun steigen, und zwar um eben so viel, als das Volumen des hinzugeschütteten Sandes betrug; der Unterschied des Niveau's vor dem Einbringen des Sandes gibt den Rauminhalt desselben in Kubikzollen und in Hunderttheilen von Kubikzollen an.

theile Terpentinöl mit Wasser ins Gleichgewicht, und messen wir das Wasser, so zeigt sich, daß 86 Raumtheile des letzteren so schwer sind wie 100 Raumtheile Terpentinöl, oder 86 Gewichtstheile Terpentinöl nehmen denselben Raum ein, wie 100 Gewichtstheile Wasser, oder bei gleichem Rauminhalt wiegt das Terpentinöl nur $^{86}/_{100}$ von dem Gewicht des Wassers.

Die specifischen Gewichte sind nichts anders als die Gewichte der Körper, gemessen und ausgedrückt in Gewichten eines Volumens Wasser.

Die Zahlen 7,75 für Eisen, 11,3 für Blei, 1,989 für Schwefel, 4,948 für Jod, 1,38 für flüssiges Chlor bedürfen kaum noch einer Erklärung; sie drücken aus, wievielmal mehr das Eisen, Blei, Schwefel, Jod, flüssiges Chlor wiegt, wie ein gleicher Raumtheil Wasser; die Gewichtsverschiedenheit zweier gleichen Raumtheile Schwefel und Eisen verhält sich wie die Zahlen 1,989 und 7,75, von gleichen Raumtheilen Jod und Chlor wie die Zahlen 4,948 und 1,380. Die Gewichtsverschiedenheit zweier Körper von gleichem Rauminhalt bleibt, wie sich von selbst versteht, ganz die nämliche, wie groß oder wie klein wir ihr Volumen auch annehmen mögen; mit der Aenderung ihres Volumens vergrößern oder verkleinern sich diese Zahlen, aber immer genau in dem Verhältniß, wie sich das Volumen des einen oder andern vergrößert oder verkleinert. Die Gewichtsverschiedenheit

von zwei Kubikzollen Jod und einem Kubikzoll Chlor wird ausgedrückt durch zweimal 4,948=9,896 und 1,380 u. s. f.

Es muß offenbar ein Grund vorhanden sein, von dem es abhängt, daß die Körper bei gleichem Rauminhalt ein ungleiches Gewicht besitzen; nach unserer Vorstellung nun über die Constitution der Körper besteht ein jeder aus einer Zusammenhäufung von gewichtigen Körpertheilchen, von denen jedes einen gewissen Raum erfüllt und eine gewisse Gestalt besitzt. Die Bekanntschaft mit den isomorphen Substanzen stellt die Thatsache außer allem Zweifel, daß ihre gegenseitige Vertretung in Verbindungen ohne Aenderung ihrer Krystallgestalt darauf beruht, daß ihre Atome einerlei Gestalt besitzen und von gleicher Größe sind, und wenn wir sehen, daß bei der Vertretung eines Körpers durch einen andern die Krystallform der Verbindung eine andere wird, so müssen wir voraussetzen, daß diese Aenderung davon abhing, daß die Atome dieses andern Körpers eine andere Gestalt besitzen, oder nicht denselben Raum in der Verbindung ausfüllen. Alles dies zusammengenommen führt auf die Vorstellung, daß die Körpertheilchen, die wir Atome nennen, ungleich schwer oder ungleich groß sind; mit dieser Voraussetzung erklärt sich das specifische Gewicht auf eine sehr einfache Weise; warum also das Blei bei gleichem Rauminhalt mehr wiegt wie Eisen, das

Eisen mehr wie Schwefel, das Jod mehr wie Chlor, beruht entweder darauf, weil das Atom Jod schwerer ist, wie das Atom Chlor, oder weil in demselben Raum sich eine größere Anzahl von Atomen Blei, wie z. B. Eisenatome befinden.

Denken wir uns in dem Raum von einem Kubikzoll eine gleiche Anzahl, sagen wir: tausend Atome Jod oder Chlor, so drücken ihre specifischen Gewichte offenbar die Gewichtsunterschiede ihrer Atome aus; wiegt der Kubikzoll Jod 4948 Gran, so muß ein Kubikzoll Chlor 1380 Gran wiegen; $\frac{1}{1000}$ Kubikzoll Jod, worin 1 Atom Jod, würde hiernach 4,948 Gran, $\frac{1}{1000}$ Kubikzoll Chlor, worin 1 Atom Chlor, würde 1,380 Gran wiegen.

Chlor und Jod vertreten einander in chemischen Verbindungen nach ihren Aequivalenten, das des Chlors ist 35,4, des Aequivalent des Jods 126; sie sind ferner isomorph, d. h. sie vertreten sich in ähnlichen Verbindungen, ohne Aenderung der Krystallgestalt; wenn wir uns nun denken, daß ihre Atome gleich groß sind und dieselbe Gestalt besitzen, und daß in gleichen Raumtheilen Jod und Chlor eine gleiche Anzahl von Atomen Jod und Chlor vorhanden seien, so müssen die spezifischen Gewichtszahlen in demselben Verhältniß zu einander stehen, wie ihre Aequivalentenzahlen oder ihre Atomgewichte. Um in einer Verbindung 4,948 Gran Jod auszuscheiden und durch Chlor zu vertreten, würden nach diesen

Voraussetzungen genau 1,380 Gran Chlor nöthig sein. Ein einfacher Regeldetri-Ansatz zeigt, daß dies wirklich der Fall ist; Die Zahlen, welche die specifischen Gewichte des Jods und Chlors bezeichnen, 4,948 und 1,380, stehen zu einander in demselben Verhältniß, wie ihre Aequivalente 126 Jod und 35,4 Chlor.

Dieses merkwürdige Verhältniß, wodurch unerwarteter Weise eine physikalische Eigenschaft (das specifische Gewicht) mit in den Kreis philosophischer Betrachtungen gezogen worden ist, hat sich bei allen isomorphen Substanzen bestätigt; ihre specifischen Gewichtszahlen drücken das Gewichtsverhältniß aus, in denen sie sich in Verbindungen vertreten, ganz dasselbe Verhältniß, welches wir in den Aequivalentenzahlen kennen, und überall, wo sich bei isomorphen Körpern eine Abweichung ergab, wo also die specifischen Gewichte nicht genau mit den Aequivalentenzahlen in dem berührten Sinne übereinstimmten, zeigte sich dies in der Neigung der Flächen des Krystalls, in den Winkeln z. B., welche die Kanten mit der Axe des Krystalls bilden. Die Form des Krystalls bleibt nur dann identisch, wenn die Atome der sich vertretenden isomorphen Substanzen ein gleiches Volumen bei der gleichen Form besitzen. Ist das Volumen des eintretenden Atoms kleiner wie das des austretenden, so muß sich dies in der Form des neuen Krystalls offenbaren.

Um den Raum, den die Atome einnehmen oder erfüllen, bei verschiedenen Körpern in Zahlen vergleichen zu können, hat man zu folgender Betrachtungsweise seine Zuflucht genommen.

Denken wir uns unter den Aequivalentenzahlen bestimmte Gewichte, nehmen wir an, daß die Zahl 35,4 für Chlor, 35,4 Loth Chlor; die Zahl 126 für Jod, 126 Loth Jod; 28 für Eisen, 28 Loth Eisen; 29,6 für Nickel, 29,6 Loth Nickel bedeuteten, und dividiren wir eine jede dieser Zahlen durch das Gewicht von einem Kubikzoll Chlor, Jod, Eisen, Nickel, oder, was dasselbe ist, durch ihre spezifischen Gewichte (1 Kubikzoll Wasser zu 1 Loth angenommen, wiegt 1 Kubikzoll Chlor 1,380 Loth, 1 Kubikzoll Jod 4,948 Loth, 1 Kubikzoll Eisen 7,750 Loth, 1 Kubikzoll Nickel 8,477 Loth), so ist klar, daß man auf diese Weise erfährt, wie viel Kubikzoll Chlor, Jod, Nickel, Eisen in einem Aequivalent Chlor, Jod, Nickel, Eisen enthalten sind; diese Quotienten drücken demnach aus, wieviel Raum ein Aequivalent Chlor, Jod, Eisen, Nickel, in Kubikzollen ausgedrückt, einnimmt, oder ganz allgemein das Verhältniß ihrer Volume zu ihren Aequivalenten oder Atomgewichten.

Die Atome der isomorphen Substanzen sind nun, unserer Voraussetzung nach, von gleicher Gestalt und Größe; in gleichen Raumtheilen ist ihre Anzahl gleich

groß. Wenn nun in einem Aequivalent Chlor genau so viele Chlor-Atome sich befinden, wie in einem Aequivalent Jod Jodatome enthalten sind, so müssen wir durch Division des specifischen Gewichtes in das Atomgewicht einerlei Zahlen erhalten; 35,4, das Atomgewicht des Chlors, dividirt durch 1,380, das specifische Gewicht desselben, gibt die Zahl 25; und 126, das Atomgewicht des Jods, dividirt durch 4,948, gibt ebenfalls die Zahl 25.

Man sieht leicht ein, daß dies, unserer Voraussetzung nach, nicht anders sein darf. Das Atomgewicht oder die Aequivalentenzahl der isomorphen Körper muß, durch das specifische Gewicht dividirt, einen und denselben Quotient geben, eben weil sie in gleichen Räumen eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten; ist die Anzahl ungleich, oder sind die Atome abweichend in ihrer Form, Gestalt und Größe, so wird sich diese Abweichung auch in diesen Quotienten zu erkennen geben. Dies macht nun die Kenntniß dieser Zahlen für die Vergleichung sehr werthvoll, und um denselben einen Namen zu geben, hat man sie mit Atomvolum oder specifisches Volum bezeichnet. So, sagt man, ist das Atomvolum des Chlors 25, das des Jods ist ebenfalls 25, beide sind gleich, sie sind isomorph; das des Schwefels ist 8, es ist sehr verschieden von dem des Chlors, mit dem es nicht isomorph ist, allein es ist gleich mit dem des Selens, mit welchem es isomorph ist.

Diese Zahlen lassen also auf den ersten Blick erkennen, welche Körper eine gleiche oder ungleiche Anzahl von Atomen in gleichen Raumtheilen enthalten; ihre gegenseitigen Beziehungen sind dadurch vergleichbar und die genaue Ermittelung derselben ist von hohem Werthe.

Neunter Brief.

Wenn man von den Fortschritten und der Entwickelung der neueren Chemie reden will, so kann man nicht umhin, den Mitteln und Werkzeugen, die der Chemiker zu seinen Arbeiten benutzt, eine Lobrede zu halten. Ohne Glas, ohne Kork, Platin und Kautschuk wären wir heute vielleicht nur halb so weit. Zu Lavoisier's Zeiten war es nur wenigen und zwar nur sehr reichen Leuten, der Kostspieligkeit der Apparate wegen, gestattet, chemische Untersuchungen zu machen.

Die wunderbaren Eigenschaften des Glases kennt Jedermann: durchsichtig, hart, farblos, unveränderlich durch Säuren und die meisten Flüssigkeiten, in gewissen Temperaturen geschmeidiger und biegsamer wie Wachs, nimmt es in der Hand des Chemikers, vor der Flamme einer Oellampe, die Form und die Gestalt aller zu seinen Versuchen dienenden Apparate an.

Welche kostbare Eigenschaften vereinigen sich im Kork! Wie wenig vermögen Andere seinen Werth zu

schätzen und seine Tugeuden anzuerkennen! Vergebens würde man sich den Kopf zerbrechen, um den Kork als ganz gewöhnlichen Verschluß einer Bouteille durch etwas Anderes zu ersetzen. Man denke sich eine weiche, höchst elastische Masse, welche die Natur selbst mit einer Substanz getränkt hat, die zwischen Wachs, Talg und Harz steht (dem Suberin), wodurch sie die Eigenschaft erhält, völlig undurchdringlich für Flüssigkeiten, ja selbst bis zu einem gewissen Grade für alle Gase zu sein. Wir verbinden durch Kork weite mit engen Oeffnungen, und mittelst Kautschuk und Kork construiren wir die zusammengesetztesten Apparate von Glas, ohne dazu den Metallarbeiter und Mechanikus, Schrauben und Hähne zu bedürfen. Die Apparate des Chemikers sind ebenso wohlfeil, als rasch und schnell zu Stande gebracht und erneuert.

Ohne Platin wäre eine Mineralanalyse nicht ausführbar. Das Mineral muß aufgelöst, es muß aufgeschlossen, d. h. zur Auflösung vorbereitet werden. Glas und Porcellan, alle Arten von nicht metallischen Schmelztiegeln, werden durch die zur Aufschließung dienenden Mittel zerstört, Tiegel von Silber und Gold würden in hohen Temperaturen schmelzen; das Platin ist wohlfeiler wie Gold, härter und dauerhafter wie Silber, in allen Temperaturen unserer Oefen unschmelzbar, es wird durch Säuren, es wird von kohlensauren Alkalien nicht ange-

griffen, es vereinigt in sich die Eigenschaften des Goldes und des unschmelzbares Porcellans. Ohne Platin würde heute vielleicht die Zusammensetzung der meisten Mineralien noch unbekannt sein. Ohne Kork und Kautschuk würden wir den Mechanikus bei allen unsern Arbeiten nicht entbehren können. Ohne Kautschuk allein wären die Apparate kostspieliger und zerbrechlicher; aber der Hauptvortheil, den beide gewähren, liegt in dem Gewinn an der unendlich kostbareren Zeit.

Das Laboratorium des Chemikers ist heutzutage nicht mehr das feuerfeste, dumpfe, kalte Gewölbe des Metallurgen, oder das mit Retorten und Destillirapparaten überladene Laboratorium des Pharmaceuten, es ist ein helles, warmes, freundliches Zimmer; statt der Schmelzöfen und Kohlen dienen ihm vortrefflich construirte Lampen; sein Feuer gibt ihm die reine und geruchlose Weingeist- oder Gasflamme. Mit diesen einfachen Hülfsmitteln, wozu noch die Wage kommt, macht der Chemiker seine umfassenden Untersuchungen.

Wägen und Messen unterscheidet die Chemie von der Physik, ja es gibt zwischen beiden keinen andern Unterschied. Seit Jahrhunderten haben die Physiker gemessen, allein erst seit fünfzig Jahren fingen sie an zu wägen. Alle großen Entdeckungen Lavoisier's, er verdankt sie der Wage, diesem unvergleichlichen Instrumente, das alle Beobachtungen und Entdeckungen festhält, die Zweifel

besiegt und die Wahrheit an's Licht stellt, was uns zeigt, daß wir uns geirrt haben, oder daß wir uns auf dem wahren Wege befinden. Mit der Wage hatte das Reich des Aristoteles ein Ende; seine Methode, die Erklärung einer Naturerscheinuug zu einem Spiele des Geistes zu machen, machte der eigentlichen Naturforschung Platz; drei von seinen Elementen waren von da an nur Bilder für Zustände. Alles Bestehende auf der Erde besaß nach wie vor den Zustand der Festigkeit, der Flüssigkeit oder der Luftform; allein Erde, Wasser und Luft gehörten als Elemente der Geschichte an, das Feuer war der sichtbare und fühlbare Repräsentant einer Aenderung dieser Zustände.

Die Ermittelung der Zusammensetzung der festen Erdrinde war die Hauptaufgabe für die auf Lavoisier folgende Generation, die Zusammensetzung der Atmosphäre, die des Wassers, sie war von ihm festgestellt. Zu den achtzehn Metallen, die man kannte, kamen als Bestandtheile von Mineralien zweiunddreißig neue. Die große Kluft zwischen dem Sauerstoff und den Metallen, sie füllte sich zu einem allmähligen Uebergang. Die Hauptmasse der Mineralien zeigte sich aus zwei und mehr Oxyden in festen, unveränderlichen Verhältnissen zusammengesetzt, als Verbindungen von metallischen Oxyden einerseits, mit andern Oxyden, deren Radicale, Kohle oder Silicium, in ihren Eigenschaften von den Metallen

wesentlich abwichen. Eine andere Classe von Mineralien waren Schwefelverbindungen, Sulphide, in denen Schwefel die Rolle des Sauerstoffs spielte; bis auf ein Chlorid (das Kochsalz) war die Masse der übrigen Verbindungen, die Fluoride, Arsenide ꝛc., verschwindend klein.

Die Mineralchemie begnügte sich nicht mit der Analyse, sie zeigte die Bildung des Bimssteins, des Feldspaths, Glimmers, der Schwefelmetalle ꝛc. durch Synthese. Die Krone von allen Entdeckungen der Mineralchemie in Beziehung auf die Hervorbringung von Mineralien war unstreitig die künstliche Darstellung des Lasursteins. Kein Mineral konnte wohl mehr das Interesse erregen als dieses. Von dem schönsten Himmelblau, unveränderlich an der Luft und im Feuer, lieferten seine subtilsten Theile die kostbarste Malerfarbe. Der Ultramarin war theurer wie Gold, seine Darstellung schien unmöglich zu sein, denn vergebens hatte die Analyse nach einem färbenden Bestandtheil gesucht; er enthielt kein Pigment; Kieselerde, Thonerde, Natron, drei farblose Materien — Schwefel und Eisen, die beide nicht blau sind — man hatte außer diesen keinen Körper gefunden, dem man die Farbe zuschreiben konnte. Aus Kieselerde, Thonerde, Natron, Eisen und Schwefel werden jetzt Tausende von Pfunden Ultramarin dargestellt, schöner noch wie der natürliche, und für die nämliche Summe, für die man früher nur eine Unze bekam, kauft man heute mehrere Pfunde.

Man kann sagen, daß mit der Darstellung des künstlichen Lasursteins die Hervorbringung der Mineralien aufhörte, Gegenstand einer wissenschaftlichen Aufgabe für den Chemiker zu sein. Ob sie damit aufhören darf, die Geologen zu beschäftigen, wer könnte hierüber zweifelhaft sein? — aber lange noch wird es dauern, ehe die Geologen sich zu Versuchen entschließen, die von den Chemikern nicht mehr erwartet werden können, eben weil für sie alles Interesse daran erschöpft ist; für den Chemiker bleibt in dieser Beziehung keine Frage mehr zu lösen.

Nach der Kenntniß der Bestandtheile der festen Erdrinde, des gegenseitigen Verhaltens der nicht weiter spaltbaren Stoffe, der Metalle und Metalloide, mußte nach dem natürlichen Gange der Naturforschung die höhere Potenzirung gewisser Elemente durch die Lebensthätigkeit in der Pflanze und im Thiere ein unmittelbar folgender Gegenstand der Arbeiten der Chemiker werden. Eine neue Wissenschaft, unerschöpflich wie das Leben selbst, entwickelt sich auf dem gesunden und festen Stamm der anorganischen Chemie; nach den Knospen, Blättern und Zweigen muß die Blüthe, nach der Blume sich die Frucht entwickeln; die Pflanzen- und Thierchemie sucht im Verein mit der Physiologie die geheimnißvollen Quellen des organischen Lebens zu erforschen.

Zehnter Brief.

In meinem vorigen Briefe erwähnte ich Ihnen, daß uns die Elemente der Alten nur noch als Symbole gelten für die Formen oder Zustände, in welchen sich uns die Materie darstellt; ich kann jetzt hinzufügen, daß diese Zustände der Körper nur relativ beständig sind, und daß die neuere Chemie weder etwas absolut Festes, noch Flüssiges, noch Luftförmiges anerkennt. In dem stärksten Feuer unserer Oefen kann zwar Platin, oder Thonerde, oder Bergkrystall nicht geschmolzen werden, allein wie Wachs schmelzen sie in der Hitze des Knallgasgebläses und von den 28 Gasen kennt man 25 in der Form von Flüssigkeiten, neun davon sogar in der Form von festen Körpern.

Das Mariotte'sche Gesetz, bis dahin für alle Gase als wahr angenommen, verlor seine allgemeine Gültigkeit. Nicht bei allen Gasen nimmt das Volumen ab in dem nämlichen Verhältniß, als der Druck, durch den man sie comprimirt, zunimmt; die meisten freilich nehmen

unter doppeltem, dreifachem Druck nur die Hälfte oder ein Drittel ihres früheren Raumes ein, aber schon be vierfachem Druck ist bei dem schwefligsauren Gas, bei dem Cyangas, die Raumverminderung dem Druck nicht mehr entsprechend, sie ist weit größer. Auf ein Sechstel seines Volumens bei gewöhnlichem Luftdruck comprimirt, hört das Ammoniakgas, und auf $\frac{1}{36}$ zusammengepreßt, hört das kohlensaure Gas auf, dem Mariotte'schen Gesetz zu folgen. Diesen Pressionen ausgesetzt, verliert ein Theil dieser Gase seine Luftform, sie nehmen die Gestalt von tropfbaren Flüssigkeiten an, die im Moment, wo der Druck abnimmt, sich wieder vergasen.

Die Apparate, deren sich der Entdecker bediente, *) um die Gase in flüssigen Zustand zu versetzen, sind bewundernswürdig durch ihre Einfachheit: ein künstlich hervorgebrachter hoher Kältegrad oder eine einfache Glasröhre, knieförmig gebogen, ersetzte ihm die kräftigsten Compressionsmaschinen. In einer offenen Glasröhre erhitzt, zerlegt sich Cyanquecksilber in Cyangas und metallisches Quecksilber; in einer an beiden Enden hermetisch geschlossenen Röhre geht die Zersetzung durch die Hitze nach wie vor von Statten, allein das Cyangas kann nicht entweichen, es findet sich in einem Raum eingeschlossen, welcher mehrere hundertmal kleiner ist,

*) Faraday.

als der Raum, den es bei offener Röhre, unter dem gewöhnlichen Luftdruck einnehmen würde; die natürliche Folge davon ist, daß der bei weitem größte Theil des Gases bei schwacher Abkühlung an dem nicht erhitzten Theil flüssigen Zustand annimmt. Wir übergießen in einem offenen Gefäße ein kohlensaures Salz mit Schwefelsäure, und sehen das kohlensaure Gas unter Aufbrausen entweichen; diese Zersetzung in einem hinreichend starken, verschlossenen Gefäße vorgenommen, liefert flüssige Kohlensäure. Unter einem Druck von 36 Atmosphären abgeschieden ist die Kohlensäure nicht gasförmig, sondern tropfbar flüssig.

Jedermann hat durch die Zeitungen Kenntniß von den merkwürdigen Eigenschaften dieser flüssigen Kohlensäure erhalten. Ein dünner Strahl derselben, den man in die Luft ausströmen läßt, nimmt mit außerordentlicher Schnelligkeit seinen frühern Gaszustand wieder an und der sich vergasende Theil entzieht dem flüssig gebliebenen eine so große Menge Wärme, daß dieser zu einem weißen Schnee erstarrt Man hielt in der That diese krystallinische Substanz für wirklichen Schnee, für in der Luft erstarrten Wasserdampf; allein die nähere Untersuchung zeigte bald, daß es reine gefrorne Kohlensäure war, deren Temperatur mindestens 80 Grade tiefer ist, als der Gefrierpunkt des Wassers.

Bei dieser niedrigen Temperatur verhält sich die Kohlensäure ähnlich wie Schnee; sie kann gleich diesem einer höheren Temperatur ausgesetzt werden, ohne so

lange noch fester Stoff vorhanden ist, über eine gewisse Temperaturgrenze, nämlich ihren Schmelzpunkt erwärmt zu werden. In der freien Luft verdunstet sie fortwährend, jedoch langsam, verglichen mit dem Verhalten der flüssigen, also wärmeren Kohlensäure. Denn das Bestreben eines Körpers, Gasform anzunehmen, ist viel weniger eine Eigenschaft seines Stoffes, als die seines Wärmeinhaltes. Die feste Kohlensäure kann daher nur in dem Maße verdunsten, als sie Wärme von Außen empfängt: der freien Luft ausgesetzt, ja, in eine glühende Schale geworfen, behauptet sie unter fortwährender Verdunstung ihre feste Gestalt und, so lange diese dauert, ihre niedrige Temperatur. Ein rascheres Zuströmen von Wärme befördert ihren Uebergang in Gas, ändert aber sonst nichts in der Beschaffenheit der zurückbleibenden Kohlensäure. Nimmt man feste Kohlensäure in die Hand oder zwischen die Finger, so empfindet man nur wenig von ihrer erstaunlichen Kälte, weil sie bei ihrem lockeren Gefüge ähnlich wie kalte Schneeflocken nur wenige Berührungspunkte der Haut darbietet, mithin derselben nur wenig Wärme entziehen kann. Drückt man aber die feste Kohlensäure auf die Haut fest an, so wird an den berührten Stellen sogleich, wie durch ein schwach glühendes Metall, der Kreislauf des Bluts aufgehoben, es entsteht ein weißer Fleck, in 15 Sekunden eine Blase und in zwei Minuten eine weiße Vertiefung, dann Vereiterung und Heilung mit Narbe.

Der weiße, feste Schnee der Kohlensäure wird durch Aether, den man aufgießt, benetzt, und es theilt sich ihr hoher Kältegrad dem Aether sowohl, wie allen Körpern, mit, welche dieser benetzt. Zehn und mehr Pfunde Quecksilber, werden in Berührung mit einem Gemenge von fester Kohlensäure und Aether in einigen Augenblicken fest und hämmerbar. Wird das Gemenge von Aether und Kohlensäure in den luftleeren Raum gebracht, so entsteht in Folge der gesteigerten Verdunstung ein so hoher Kältegrad (— 100° C. — 110° C.), daß die meisten zusammengesetzten Gase darin flüssig werden und viele zu festen Massen erstarren. (Faraday.)

Die Benetzung ist die erste und wichtigste Bedingung eines raschen Wärmeübergangs oder einer raschen Wärmeentziehung. Das Zerfließen und Anhaften eines Wassertropfens auf Glas, Holz, Metall beruht auf einer chemischen Anziehung, zwischen den Theilen der Oberfläche des festen Körpers und der Flüssigkeit, welche offenbar größer ist, als die Anziehung, welche die Flüssigkeitstheilchen zu einander haben; wäre die letztere größer, so würde die Flüssigkeit ihre sphäroidale Form behaupten, der feste Körper würde davon nicht benetzt werden. Dieß ist der Grund, warum Quecksilber auf Zinn zerfließt, während es auf Glas seine Kugelform behält.

Hieraus erklärt sich die unter dem Namen des Leidénfrost'schen Versuchs bekannte merkwürdige Erscheinung. Ein Tropfen kaltes, oder besser siedendes Wasser

auf eine glühende Eisenplatte gesprützt, tanzt darauf herum, er behält seine sphäroidale Gestalt und indem er die Platte nicht benetzt, empfängt er nur wenig Wärme von derselben; seine Verdunstung wird in diesem Zustande ausnehmend aufgehalten und verlangsamt.*) Ein

*) Der Grund dieser Erscheinung ist leicht einzusehen. Die Temperatur des Metalls kann weit über die Glühhitze hinaus gesteigert werden, die des Wassers nimmt aber über seinen Siedepunkt hinaus in freier Luft nicht mehr zu. Wenn die Temperatur des Eisens steigt, so nimmt die Anziehung der Eisentheilchen zu einander und zu den Wassertheilchen ab; indem die Anziehung der Wassertheilchen zu den Eisentheilchen kleiner wird, bleibt die Anziehung der Wassertheilchen zu einander unverändert, weil ihre Temperatur nicht mehr steigt. Bei einem gewissen Wärmegrade ist die Anziehung der Wassertheilchen zu einander größer und die Benetzung hört damit auf. Mit der Aufhebung der Benetzung wird der Wärmeübergang von dem glühenden Metall zu der Flüssigkeit gehindert.

Alle verdampfbaren Flüssigkeiten verhalten sich dem Wasser unter denselben Umständen ganz ähnlich. Flüssige schweflige Säure behält in einem rothglühenden Silber- oder Platintiegel gegossen ihren sphäroidalen Zustand bei, ihre Temperatur steigt nicht über ihren Siedepunkt und da dieser zehn Grad tiefer als der Gefrierpunkt des Wassers liegt, so kann man Wasser, welches man in einem kleinen Gefäß in die Säure hineinhält, in dem glühenden Tiegel gefrieren machen. Ebenso verhält sich ein Gemenge von schwefliger Säure oder Aether mit fester Kohlensäure in einem glühenden Metallgefäße. Das Gemenge braucht um in Gas überzugehen, beinahe ebenso viel Zeit, wie in freier Luft in gewöhnlicher Temperatur. Setzt man in dieses Gemenge ein kleines Gefäß mit Quecksilber, so gefriert das Quecksilber und wird fest. Es ist wohlbekannt, daß man die feuchte oder befeuchtete Hand in geschmolzenes Blei, ja in weißglühendes Kupfer oder Eisen tauchen und langsam darin herumbewegen kann, ohne sich zu verbrennen, ja ohne den ungeheuren Hitzgrad zu spüren, während heißes Eisen oder Kupfer (nicht glühend) sogleich eine Blase oder Brandwunde verursacht. Darauf beruhte eben der Kunstgriff der alten Priester in der Feuerprobe, sie vertraten das Geschwornengericht und wußten die Menge von der Schuld oder Unschuld der Angeklagten zu überzeugen.

trauriges Beispiel hat indeß die außerordentliche Gefahr der Darstellung der Kohlensäure durch Einwirkung von Schwefelsäure auf doppelt kohlensaures Natron, welche von einer starken Wärmeentwicklung begleitet ist, augenscheinlich gemacht. Unmittelbar vor dem Beginn der Vorlesung zersprang während der Bereitung in dem Laboratorium der polytechnischen Schule zu Paris der gußeiserne Cylinder (von 2½ Fuß Länge und 1 Fuß Durchmesser), in dem man die Kohlensäure entwickelt hatte, und die Bruchstücke desselben, mit der furchtbarsten Gewalt aus einander fahrend, schlugen dem anwesenden Assistenten beide Beine ab, was seinen Tod zur Folge hatte. Man kann nicht ohne Grausen an das Unglück denken, welches das Zerspringen dieses Gefäßes von dem stärksten Gußeisen, ganz ähnlich einer Kanone, in einem von Zuhörern vollgepfropften Saale verursacht haben würde, und dieses Gefäß hatte oftmals schon zu der nämlichen Darstellung gedient, was in der Idee jeden Schatten von Gefahr beseitigte.

Dadurch, daß man die Entwicklung der Kohlensäure, und ihre Flüssigmachung in zwei gesonderten Apparaten vornimmt, wird ihre Darstellung ganz gefahrlos. Zum Flüssigmachen des Gases bedient man sich einer gewöhnlichen Druckpumpe, durch welche das Gas in ein starkes Gefäß von Schmiedeisen gepreßt wird, welches den zehn- und mehrfachen Druck des Gases der flüssigen Kohlensäure, ohne zu zerspringen, aushalten kann.

Seitdem man weiß, daß die meisten Gase durch Druck oder Kälte flüssig werden, war die so merkwürdige Eigenschaft der porösen Kohle, ihr zehn- bis zwanzigfaches, bei manchen Gasen, wie bei Ammoniak- und Salzsäuregas, sogar ihr siebenzig- bis neunzigfaches Volumen einzusaugen und zu verdichten, kein Räthsel mehr. Diese Gase befinden sich in den Poren der Kohle in einem mehrere hundertmal kleinern Raum eingeschlossen; es konnte jetzt nicht bezweifelt werden, sie waren zum Theil flüssig geworden, oder hatten festen Zustand angenommen. Wie in tausend andern Fällen, ersetzte hier die chemische Action die mechanischen Kräfte; der Begriff von Adhäsion erhielt eine größere Ausdehnung, bisher war damit eine Zustandsänderung nicht vereinbar, jetzt war die Ursache des Anhaftens eines Gases an der Oberfläche eines festen Körpers der Gegensatz der Auflösung.

Das kleinste sichtbare Theilchen eines Gases, der Luft z. B. kann durch den bloßen mechanischen Druck in einen mehrere Hundertmal kleinern Raum zusammengepreßt werden; es besteht aus einer großen Zahl viel kleinerer nicht sichtbarer Theilchen, deren Fläche sich gegen die meßbare Fläche eines festen Körpers verhält, wie die eines Hollundermarkkügelchens zu einem Berge. Durch die bloße Massenwirkung als Effect der Schwere, müssen die Gastheilchen von dem

festen Körper angezogen werden und an seiner Oberfläche haften. Kommt nun dazu noch eine, wenn auch nur schwache, chemische Wirkung, so können die Gase ihren Zustand nicht behaupten.

Die Verdichtung der Lufttheilchen auf einem Quadratzoll Fläche ist freilich kaum bemerkbar, wenn wir aber einen Kubikzoll von einem porösen Körper, dessen Porenoberfläche einige hundert Quadratfuß beträgt, in ein verhältnißmäßig kleines Volum Gas bringen, so sieht man, daß alle Gase ohne Unterschied am Volum abnehmen, sie werden, wie man sagt, absorbirt; die Poren eines Kubikzolles Buchsbaumkohle haben aber im geringsten Fall eine Oberfläche von hundert Quadratfuß; Die Eigenschaft, Gase zu absorbiren, nimmt bei den verschiedenen Kohlenarten mit der Anzahl ihrer Poren in einem begrenzten Raume zu, d. h. die mit großen Poren absorbiren weit weniger als die Kohlen mit kleinen Poren. So sind denn alle porösen Materien, die porösen Gebirgs- und Steinarten, die Ackerkrume, wahre Luft- und damit Sauerstoffsauger; jedes kleinste Theilchen davon umgibt sich mit einer eigenen Atmosphäre von verdichtetem Sauerstoff, und finden sich in seiner Nähe andere Materien vor, die sich mit diesem Sauerstoff verbinden können, kohlenstoff- und wasserstoffhaltige Körper z. B., so verwandeln sich diese in Nahrungsstoff für die Vegetation, in Kohlensäure und Wasser. Die

Wärme-Entwicklung bei dem Aufsaugen dieser Luft, oder des Wasserdampfes, oder beim Benetzen der Erde durch Regen ist als Folge einer Verdichtung durch eben diese Flächenwirkungen erkannt.

Den merkwürdigsten Sauerstoffsauger hat man in dem metallischen Platin gefunden. Dieses glänzende, weiße Metall läßt sich bei seiner Abscheidung aus Flüssigkeiten in so hohem Grade fein zertheilt darstellen, daß seine kleinsten Theilchen das Licht nicht mehr spiegeln, es sieht alsdann schwarz wie Kienruß aus. In diesem Zustand absorbirt es mehr wie 800mal von dem Volumen seiner Poren an Sauerstoffgas, und dieser Sauerstoff muß sich darin in einem Zustande der Verdichtung befinden, in welchem er dichter wie flüssiges Wasser ist.

In dem Zustand der Verdichtung, in welchem das Sauerstoffgas an der Oberfläche des metallischen Platins sich befindet, lassen sich seine Eigenthümlichkeiten, so wie die vieler andern Gase, gegen welche sich das Platin in gleicher Weise verhält, in weit auffallenderer Weise anschaulich machen; der chemische Character der Gase tritt in eben dem Grade mehr hervor, als ihr physikalischer Character abnimmt. Der letztere liegt bekanntlich in dem Streben ihrer kleinsten Theilchen sich abzustoßen oder von einander zu entfernen, worauf ihre Eigenschaft beruht, einen Raum, in den man sie bringt,

nach allen Richtungen hin auszufüllen; da nun die chemische Aktion erst dann eintritt, wenn die materiellen Theilchen, von denen sie ausgeht, in einer gewissen Nähe sich befinden, so ist leicht einzusehen, daß die Elasticität der Gase ein Haupthinderniß für die Aeußerung ihrer chemischen Verwandtschaften ist; die Eigenschaft der Gastheilchen, sich abzustoßen, ist ja der grade Gegensatz von dem, was man Anziehung nennt. Die in den Poren poröser Körper verdichteten Gase zeigen eine sehr hoch gesteigerte chemische Thätigkeit. Verbindungen, welche der Sauerstoff im gewöhnlichen Zustande nicht einzugehen, Zersetzungen, die er nicht zu bewirken vermochte, sie gehen in den Poren des Platins, welche den verdichteten Sauerstoff enthalten, mit der größten Leichtigkeit vor sich. In diesem Platinschwarz, selbst in dem Platinschwamm, hat man in der That ein Perpetuum mobile, eine Uhr, welche abgelaufen, sich wieder von selbst aufzieht, eine Kraft, die sich nie erschöpft, Wirkungen der mächtigsten Art, die sich ins Unendliche hinaus wieder erneuern. Wir lassen Wasserstoffgas auf Platinschwamm strömen, dessen Poren verdichtetes Sauerstoffgas enthalten, und sehen, daß das Platin rothglühend wird und das nachströmende Wasserstoffgas sich entflammt. Diese auffallende Erscheinung beruht auf einer Wasserbildung, welche in den Poren des Platinschwamms vor sich geht. Das Wasserstoffgas, welches mit dem un-

verdichteten Sauerstoffgas, ohne Entzündung sich nicht vereinigt, verbindet sich direct und unmittelbar mit dem verdichteten. In dem Innern des Platinschwamms bildet sich Wasser, und die unmittelbare Folge dieser Wasserbildung, der Verbrennung von Wasserstoff, ist ein Freiwerden von Wärme, ein Glühendwerden des Platins, wodurch das nachströmende Gas entzündet wird. Die Wärmeentwicklung ist eine Folge der Wasserbildung, die Entflammung des Gases eine Folge der entstandenen hohen Temperatur. Unterbrechen wir den Strom des brennbaren Gases, so füllen sich in einem nicht meßbaren Augenblick die entleerten Poren des Platins mit Sauerstoffgas wieder an, und die nämliche Erscheinung läßt sich zum zweitenmal, ja ins Unendliche fort wiederkehren machen.

Das metallische Platin verhält sich gegen viele brennbare Gase auf gleiche Weise, wie gegen Wasserstoffgas, es vermittelt ihre Verbindung mit dem Sauerstoff und erhöht ihre Verbrennlichkeit. Manche Gase, welche für sich nicht entzündlich sind, verbrennen leicht, wenn sie mit Sauerstoffgas gemengt über heißen Platinschwamm geleitet werden. Eine der bemerkenswerthesten Verbrennungen dieser Art, ist die des Ammoniakgases; dieses Gas, dessen Bestandtheile Stickstoff und Wasserstoffgas sind, verbrennt unter diesen Umständen vollständig und zwar entsteht hierbei aus dem Wasserstoff Wasser und

aus dem Stickstoff das höchste Oxid desselben, bekannt unter dem Namen Salpetersäure.

Wenn in einem Gefäße mit Luft ein Stück Schwefel verbrannt wird, so entsteht eine gasförmige Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff der Luft, die jedermann kennt. Der Geruch, den der verbrennende Schwefel verbreitet, rührt von diesem Gase, der schwefligen Säure her. Durch ihre Verbindung mit halbmalsoviel Sauerstoff, als sie schon enthält, entsteht bei Hinzufügung einer gewissen Menge Wasser, die für die Gewerbe so überaus wichtige Schwefelsäure. In der Fabrikation der Schwefelsäure aus Schwefel ist es die Luft, welche allen Sauerstoff zu ihrer Bildung liefert, aber die durch Verbrennung des Schwefels entstehende gasförmige schweflige Säure läßt sich nicht direct und unmittelbar mit freiem Sauerstoffgas zu Schwefelsäure vereinigen; der letztere vereinigt sich hingegen leicht damit, wenn er der schwefligen Säuren in gewissen Zuständen sehr loser Verbindungen dargeboten wird. Setzen wir schweflige Säure zu Brunnenwasser oder Flußwasser, welches Sauerstoffgas in Auflösung enthält, so geht die schweflige Säure in Schwefelsäure über, indem sie sich mit diesem Sauerstoff verbindet. In gleicher Weise wird bei dem Schwefeln des Weins, der beim Abfüllen desselben aus der Luft aufgenommene Sauerstoff wieder entzogen und der Essigbildung vorgebeugt.

In einer ähnlichen Weise verhält sich das Platin; in eine Mischung von Sauerstoffgas und schweflige Säure gebracht, ertheilt es dem Sauerstoff das Vermögen, mit schwefliger Säure sich zu Schwefelsäure zu verbinden.

Leitet man das Gemenge beider Gase über Platinschwamm, welcher in einer Glasröhre im schwachen Glühen erhalten wird, so strömt aus der andern Oeffnung desselben wasserfreie Schwefelsäure, welche in feuchter Luft einen Qualm von dicken weißen Dämpfen bildet. Die Feuchtigkeit der Luft verbindet sich mit der Schwefelsäure zu Schwefelsäurehydrat, aus welchem die Säure des Handels besteht.

Eine ähnliche Rolle wie das Platin spielt in der Fabrikation der Schwefelsäure das Salpetergas. Es ist dies das bekannte gasförmige Oxid des Stickstoffs, welches mit Luft gemischt braunrothe Dämpfe bildet, indem es die, unter Gasen seltene Eigenschaft besitzt, direct eine Verbindung mit dem Sauerstoff einzugehen. Bei Gegenwart von Feuchtigkeit und hinlänglichem Sauerstoff verwandelt sich das Salpetergas in Salpetersäure. Wenn mit dieser Säure schweflige Säure zusammenkommt, so wird sie sogleich in Salpetergas zurückverwandelt, aller Sauerstoff, den dieses aufgenommen hatte, um in Salpetersäure überzugehen, tritt an die schweflige Säure; sie verwandelt sich in Schwefelsäure. Es ist vollkommen einleuchtend, daß das Salpetergas, da es nicht die ge-

ringste Veränderung erleidet, vielmal zu demselben Zwecke dienen kann; mit Luft und Feuchtigkeit in Berührung wird es wieder in Salpetersäure übergehen und kommt damit aufs neue schweflige Säure zusammen, so wird wieder Schwefelsäure und Salpetergas gebildet. Man sieht ein, wie eine und dieselbe Menge Salpetergas dazu dienen könnte, um unbegrenzte Mengen schwefliger Säure in Schwefelsäure überzuführen, ohne jemals diese Fähigkeit einzubüßen, indem in letzter Form seine Wirkung ganz ähnlich der des Platins darin besteht, daß es der Luft ihren Sauerstoff nimmt und denselben auf die schweflige Säure überträgt. Wenn alle schweflige Säure in Schwefelsäure verwandelt ist, so bleibt das Salpetergas als solches oder in der Form eines höheren Oxides übrig. In den Schwefelsäurefabriken verbrennt man Schwefel und läßt das Gemenge von schwefliger Säure und Luft in lange Kammern eintreten, deren Wände aus Blei bestehen. In diesem großen Raume wird der Luftstrom mit Salpetersäure und Wasserdampf in Berührung gebracht, es wird Salpetergas in Freiheit gesetzt, durch welches in der beschriebenen Weise alle schweflige Säure auf ihrem Wege durch die Bleikammern in Schwefelsäure übergeführt wird; nur wenn es an Sauerstoff fehlt, erleidet der Fabrikant einen Verlust an Schwefelsäure. Bei hinreichendem Sauerstoff tritt das Salpetergas in der Form von salpetriger Säure aus der

Kammer aus und kann durch besondere Vorrichtungen aufgefangen und zum wiederholtenmal benutzt werden.

Mit Hülfe des Platins läßt sich nicht nur Ammoniak in Salpetersäure überführen, sondern man ist auch im Stande, die Oxide des Stickstoffs, sowie andere gasförmige Stickstoffverbindungen rückwärts in Ammoniak zu verwandeln. Wenn diese Oxide mit Wasserstoffgas gemengt, mit heißem Platinschwamm sich in Berührung befinden, so verbinden sich jetzt die Elemente des Stickstoffoxids mit dem Wasserstoff, sein Sauerstoff bildet damit Wasser, der Stickstoff bildet Ammoniak.

Diese Erscheinungen sind dadurch besonders merkwürdig, weil sich Wasserstoff mit Stickstoff zu Ammoniak direct nicht verbinden läßt. Wir kennen keinen Fall, wo eine solche Verbindung beider Elemente bewerkstelligt werden kann. Der Zustand der Freiheit ist ein Hinderniß der Verbindung, aber einmal an der Kette, folgen die Elemente einer jeden Führung. In chemischen Verbindungen besitzen die Elemente andere Eigenschaften, wie im freien Zustande, eben weil sie in Verbindungen eingehend, manche derselben einbüßen, welche Hindernisse ihrer chemischer Thätigkeit sind. Die einfache Aenderung des Gaszustandes des in den Poren des Platins enthaltenen Sauerstoffs, gibt demselben Eigenschaften, die ihm im freien Zustande abgehen. Bei der Ueberführung des Salpetergases in Ammoniak verbindet sich dessen Sauer=

stoff mit Wasserstoff zu Wasser, wie dieß in gleichen Verhältnissen immer geschieht, sein Stickstoff vereinigt sich mit Wasserstoff, was sonst nicht statt hat, aber dieser Stickstoff ist nicht das gewöhnliche freie Stickstoffgas, es ist Stickstoffgas im werdenden Zustande.

In einer Menge von Fällen gelingt es, zwei Körper, welche sich direct nicht verbinden, zu einer chemischen Verbindung zu vereinigen, wenn man sie in dem Augenblick mit einander in Berührung bringt, wo der eine davon oder beide aus andern Verbindungen austreten. Es ist der Zustand, in dem sie sich alsdann befinden, welchen der Chemiker mit Status nascens bezeichnet und die Kenntniß der Wege, durch die es gelingt, die Körper in ihrem Entstehungszustand auf einander wirken zu lassen, ist eines der wichtigsten Erfordernisse der Kunst, chemische Verbindungen überhaupt hervorzubringen.

Man hat gefunden, daß eine Menge anderer Körper dieselben Eigenschaften wie das Platin, wiewohl in geringerem Grade besitzt; selbst gepulvertes Porcellan oder gewöhnlicher Bimsstein bringen die Verbindung des Wasserstoffs und Sauerstoffs zu Wasser, die der schwefligen Säure mit Sauerstoff zu Schwefelsäure in Temperaturen zuwege, in denen sich diese Körper sonst nicht vereinigen.

Eine Menge von Erscheinungen, die bis dahin völlig unerklärlich geblieben waren, haben durch die Ent-

deckung dieses Verhaltens fester und namentlich poröser Körper die schönste und befriedigendste Erklärung gefunden. Die Verwandlung des Weingeistes in Essig, unsere jetzige Schnellessigfabrikation, gewiß einer der wichtigsten Zweige der landwirthschaftlichen Fabrikation — sie beruhen heutzutage auf den Grundsätzen, zu denen man durch das genaue Studium der erwähnten Eigenschaften gelangt ist.

Elfter Brief.

Die Fabrikation der Soda aus gewöhnlichem Kochsalz kann als Grundlage des außerordentlichen Aufschwunges betrachtet werden, welchen die moderne Industrie nach allen Richtungen genommen hat; sie wird Ihnen, hoffe ich, ein instructives Beispiel des innigen Zusammenhanges gewähren, welcher die verschiedensten Zweige der Industrie und des Handels unter einander und wiederum mit der Chemie verbindet.

Die Soda oder ihr Hauptbestandtheil, das Natron, dient in Frankreich seit undenklichen Zeiten zur Bereitung der Seife und des Glases, zweier Producte der chemischen Industrie, durch welche an und für sich schon sehr große Capitalien in Bewegung gesetzt werden.

Die Seife ist ein Maßstab für den Wohlstand und die Cultur der Staaten. Diesen Rang werden ihr freilich die Nationalökonomen nicht zuerkennen wollen; allein nehme man es im Scherz oder Ernst, soviel ist gewiß, man kann bei Vergleichung zweier Staaten von gleicher Einwohnerzahl mit positiver Gewißheit denjenigen für den

reicheren, wohlhabenderen und cultivirteren erklären, welcher die meiste Seife verbraucht; denn der Verkauf und Verbrauch derselben hängt nicht von der Mode, nicht von dem Kitzel des Gaumens ab, sondern von dem Gefühl des Schönen, des Wohlseins, der Behaglichkeit, welches aus der Reinlichkeit entspringt. Wo dieser Sinn neben den Anforderungen anderer Sinne berücksichtigt und genährt wird, da ist Wohlstand und Cultur zugleich. Die Reichen des Mittelalters, welche mit wohlriechenden kostbaren Specereien die üble Ausdünstung ihrer Haut und Kleider, die niemals mit Seife in Berührung kamen, zu ersticken wußten, trieben im Essen und Trinken, in Kleidern und Pferden größern Luxus als wir; aber welche Kluft bis zu uns, wo Schmutz und Unreinlichkeit gleichbedeutend sind mit Elend und dem unerträglichsten Mißgeschick! — Die Seife gehört endlich zu denjenigen Producten, deren Capitalwerth unausgesetzt aus der Circulation verschwindet und wieder erneuert werden muß, es ist eins der wenigen Producte der Industrie, welche nach dem Gebrauch, wie Talg und Oel, die man als Erleuchtungsmittel verbrennt, absolut werthlos werden. Mit alten Glasscherben kann man Fensterscheiben und mit Lumpen Kleider kaufen, mit Seifenwasser läßt sich aber in unsern Haushaltungen nichts anfangen. Man hat zwar in manchen großen Wäschereien versucht das Seifenwasser zu sammeln, und durch

Schwefelsäure die fetten Säuren abzuscheiden; wenn diese bis zur Zerstörung der beigemischten Unreinigkeiten erhitzt werden, so können sie wieder zu einer geringen Sorte Seife verwendet werden, aber dieß stellt nur eine sehr kleine Menge des Fettes wieder dar, welches in den Haushaltungen verloren geht. Eine Ausmittelung des Capitals, welches durch die Seifensiederei im Umlauf erhalten wird, wäre von großem Interesse, denn es ist sicher ebenso bedeutend, als dasjenige, welches im Kaffeehandel circulirt, mit dem Unterschiede, daß das Capital der Seifenfabrikation auf unserm Grund und Boden entsteht.

Für Soda allein gingen von Frankreich aus jährlich 20—30 Millionen Franken nach Spanien, denn die spanische Soda war die beste. Der Preis der Seife und des Glases stieg während der Kriege mit England beständig, alle Fabrikationen litten darunter. Das heutige Verfahren der Darstellung der Soda aus Kochsalz, welches Frankreich bereicherte, wurde damals von Le Blanc entdeckt, allein den großen Preis, welchen Napoleon auf diese Entdeckung gesetzt hatte, erhielt er nicht; die Restauration kam dazwischen, sie erkannte die Schuld nicht an, man hatte dringendere Schulden zu bezahlen und so verjährte sie dann.

In ganz kurzer Zeit nahm die Sodafabrikation in Frankreich einen ungewöhnlichen Aufschwung, in dem

größten Maaßstab entwickelte sie sich an dem Sitz der Seifenfabrikation. Marseille besaß, wiewohl nur auf kurze Zeit, das Monopol der Soda- und Seifenfabrikation zugleich. Der Haß einer erbitterten Bevölkerung, die ihre Haupterwerbsquelle, den Sodahandel, unter Napoleon eingebüßt hatte, kam durch eine seltene Vereinigung von Umständen der nachfolgenden Regierung zu gut.

Um das Kochsalz in kohlensaures Natron überzuführen, muß es — dies ist der Gang der Fabrikation — vorher in Glaubersalz (schwefelsaures Natron) verwandelt werden; hierzu sind auf 100 Pfund Kochsalz im Durchschnitt 80 Pfund concentrirte Schwefelsäure erforderlich. Man sieht wohl ein, nachdem der Preis des Kochsalzes auf ein Minimum reducirt war, wozu sich die Regierung aufs bereitwilligste entschloß, wurde der Preis der Soda abhängig von dem der Schwefelsäure.

Die Nachfrage nach Schwefelsäure stieg ins Ungeheure, von allen Seiten flossen die Capitalien diesem gewinnreichen Gewerbszweige zu, die Entstehung und Bildung der Schwefelsäure wurde auf das genaueste studirt, man kam von Jahr zu Jahr auf bessere, einfachere uud wohlfeilere Gewinnungsmethoden. Mit jeder neuen Verbesserung fiel der Preis der Schwefelsäure und ihr Absatz nahm im nämlichen Verhältniß zu. Die Gefäße, worin man die Schwefelsäure darstellt, sind von Blei,

ihr Umfang ist jetzt so gewachsen, daß man in eins dieser Gefäße (Bleikammer) ganz bequem ein mäßig großes zweistöckiges Haus stellen kann. Was das Verfahren und die Apparate betrifft, so hat die Schwefelsäurefabrikation ihren Culminationspunkt erreicht, sie kann kaum weiter verbessert werden. Das Löthen der Bleiplatten mit Blei (Zinn und gemischte Lothe würden zerfressen werden) kostete früher beinahe so viel wie die Platten selbst; jetzt, wo man sich der Flammen des mit Luft gemischten Wasserstoffgases, einer Art Löthrohr dazu bedient, mit welchem man eine sehr hohe Temperatur hervorbringt, können zwei Platten mit einander durch ein Kind verbunden werden. Aus 100 Pfund Schwefel kann man der Rechnung nach nur 306 Pfund Schwefelsäure darstellen: man gewinnt 300 Pfund; man sieht, der Verlust ist nicht der Rede werth. —

Nebst dem Schwefel hatte früher auf den Preis der Schwefelsäure einen Haupteinfluß der zu dieser Fabrikation unentbehrliche Salpeter. Man brauchte freilich auf zehn Centner Schwefel nur einen Centner Salpeter, allein der letztere kostete viermal soviel als ein gleiches Gewicht Schwefel. Auch dies hat sich geändert.

Reisende hatten in Peru in dem District von Atakama in der Nähe des kleinen Hafenplatzes Yquique mächtige Salzauswitterungen entdeckt, als deren Hauptbestandtheil die chemische Analyse salpetersaures Natron

nachgewiesen hatte; der Handel, der mit seinen Polypenarmen die Erde umstrickt und überall neue Quellen des Erwerbs für die Industrie eröffnet, bemächtigte sich dieser Entdeckung, die Vorräthe dieses kostbaren Salzes erwiesen sich als unerschöpflich, man fand Lager von mehr als vierzig Quadratmeilen Ausdehnung, es wurden Massen davon zu Preisen nach Europa gebracht, welche noch nicht die halben Frachtkosten des indischen Salpeters (Kalisalpeters) erreichten, und da in der chemischen Fabrikation weder das Kali noch das Natron, sondern nur die damit verbundene Salpetersäure in Anschlag kam, so verdrängte in unglaublich kurzer Zeit der Chilisalpeter den indischen oder Kalisalpeter so gut wie ganz aus dem Handel. Die Schwefelsäurefabrikation gewann einen neuen Aufschwung; ohne Nachtheil für den Fabrikanten sank ihr Preis fortdauernd, jetzt ist derselbe stationär geworden, nachdem die unterdrückte Schwefelausfuhr aus Sicilien ihn für einige Zeit im Schwanken erhalten hatte. — Die verminderte Nachfrage nach Salpeter erklärt sich jetzt leicht: nur zur Pulverfabrikation wird jetzt noch Salpeter verwendet, und wenn die Regierungen Hunderttausende an dem Preise des Pulvers ersparen, so verdanken sie dies der Schwefelsäurefabrikation.

Um sich eine Vorstellung über den Verbrauch der Schwefelsäure zu machen, reicht es hin, zu erwähnen,

daß eine kleine Schwefelsäurefabrik 5000 Centner, eine mäßig große 20,000 Centner Schwefelsäure in den Handel bringt; es gibt Fabriken, welche 60,000 Centner jährlich produciren. Durch die Schwefelsäurefabrikation fließen ungeheure Summen nach Sicilien, sie brachte in die öden Gegenden Atakama's Gewerbfleiß und Wohlstand, sie ist es, welche die Platingewinnung in Rußland gewinnreich macht, denn die Concentrationsgefäße der Schwefelsäurefabrikanten sind von Platin, und ein jeder Kessel kostet 10—20,000 Gulden; das immer schönere und wohlfeilere Glas, unsere vortreffliche Seife, sie werden heutzutage nicht mehr mit Holzasche, sondern mit Soda dargestellt. Unsere Asche fließt als der kostbarste und nützlichste Dünger unsern Feldern und Wiesen zu.

Es ist unmöglich, alle Fäden dieses wunderbaren Gewebes der Industrie im Einzelnen zu verfolgen, allein es sollen einige der unmittelbaren weitern Folgen der chemischen Gewerbe hier noch erwähnt werden. Es ist berührt worden, daß das Kochsalz in Glaubersalz verwandelt werden muß, ehe es zur Natronfabrikation verwendet werden kann; durch die geeignete Behandlung mit Schwefelsäure erhält man daraus Glaubersalz, und man gewinnt hierbei als Nebenproduct das anderthalbfache bis doppelte Gewicht der Schwefelsäure an rauchender Salzsäure, eine Quantität im Ganzen, die ins Un-

geheure steigt. — In der ersten Zeit war die Fabrikation der Soda so gewinnreich, daß man sich gar nicht die Mühe gab, die Salzsäure aufzufangen, sie besaß keinen Handelswerth; einer Menge nützlicher Anwendungen fähig, änderte sich dies Verhältniß bald. — Die Salzsäure ist eine Chlorverbindung; aus keinem Material läßt sich reineres und wohlfeileres Chlor darstellen, wie aus Salzsäure. Die Anwendbarkeit des Chlors zum Bleichen der Zeuge war längst bekannt, aber im Großen niemals in Ausführung gebracht worden. Man fing an, die Salzsäure in der Form von Chlor zum Bleichen der Baumwollenstoffe zu benutzen, man lernte das Chlor durch Verbindung mit Kalk in eine auf weite Strecken hin versendbare Form bringen; ein neuer, höchst einflußreicher Erwerbszweig erhob sich, und kaum möchte sich in England ohne den Bleichkalk die Fabrikation der Baumwollenzeuge auf die so außerordentliche Höhe erhoben haben, auf der wir sie kennen; auf die Dauer hin konnte dieses Land mit Deutschland und Frankreich nicht concurriren, wäre es auf die Rasenbleiche beschränkt und angewiesen geblieben. Zur Rasenbleiche gehört vor allen Dingen Land, und zwar gut gelegene Wiesen; jedes Stück Zeug muß in den Sommermonaten Wochen lang der Luft und dem Licht ausgesetzt, es muß durch Arbeiter unaufhörlich feucht erhalten werden. Eine einzige nicht sehr bedeutende Bleicherei in der Nähe Glasgows

(Walter Crums) bleicht täglich 1400 Stücke Baumwollenzeug, Sommer und Winter hindurch. Um diese colossale Anzahl von Stücken Zeug, die diese einzige Bleicherei den Fabrikanten jährlich liefert, fertig zu bringen, welches ungeheure Capital würde in der Nähe der volkreichen Stadt zum Ankauf des Grund und Bodens gehören, den man nöthig hätte, um diesem Zeug zur Unterlage zu dienen! Die Zinsen dieses Capitals würden einen sehr merklichen Einfluß auf den Preis des Stoffes haben, einen Einfluß, der in Deutschland kaum fühlbar wäre.

Mit Hülfe des Bleichkalks bleicht man die Baumwollenzeuge in wenigen Stunden mit außerordentlich geringen Kosten, und in den Händen geschickter und intelligenter Menschen leiden die Zeuge hierdurch weit weniger als durch die Rasenbleiche. Jetzt schon bleichen die Bauern im Odenwald mit Bleichkalk und finden ihren Vortheil dabei. — So dient die wohlfeile Salzsäure unter andern — wer sollte es sich denken? — zur Fabrikation des Leims aus Knochen, welche im Durchschnitt 30 bis 36 Procent davon enthalten. Knochenerde, (phosphorsaurer Kalk) und Leim sind die Bestandtheile der Knochen; die erstere ist in schwacher Salzsäure leicht löslich, der Leim wird davon nicht merklich angegriffen. Man läßt die Knochen in schwacher Salzsäure so lange stehen, bis sie durchscheinend und biegsam wie das ge-

schmeidigste Leder werden; von aller anhängenden Salzsäure durch sorgfältiges Waschen mit Wasser und Kalkwasser befreit, hat man jetzt Stücke Leim von der Form der Knochen, die, ohne weiteres in heißem Wasser gelöst, zu allen Anwendungen tauglich sind.

Eine höchst wichtige Anwendung der Schwefelsäure kann hier nicht unerwähnt gelassen werden; es ist die zum Affiniren des Silbers und zur Gewinnung des im Silber nie fehlenden Goldes. Unter dem Proceß des Affinirens versteht man bekanntlich die Reindarstellung des Silbers, seine Scheidung nämlich von Kupfer. Wir erhalten aus den Bergwerken 8- bis 10löthiges Silber, was in 16 Lothen (1 Mark) also 6 bis 8 Loth Kupfer enthält. Unser Münz- und Werksilber enthält in der Mark 12 bis 13 Loth Silber, was in den Münzstätten durch Legirung von feinem d. h. reinem Silber mit Kupfer in dem bestimmten Verhältnisse dargestellt wird. Das Rohsilber muß zu diesem Zweck in feines verwandelt, affinirt werden. Früher geschah dies durch den Saigerungsproceß und durch das Abtreiben mit Blei; es war dazu ein Kostenaufwand nöthig, der für die 100 Mark Silber etwa zwanzig Gulden betrug. In dem auf diese Weise gereinigten Silber blieb aber $\frac{1}{1200}$ bis $\frac{1}{2000}$ Gold zurück, dessen Scheidung durch die Quart die Kosten nicht lohnte; dieses Gold circulirte in unsern Münzen und Geräthen

völlig werthlos, und der größte Theil des Kupfers ging für den Besitzer des Rohsilbers gänzlich verloren. Diese Verhältnisse haben sich jetzt auf eine überraschende Weise geändert. Das Tausendstel Gold im Rohsilber macht nämlich etwas mehr wie 1 ½ Procent vom Silberwerth aus, was jetzt nicht allein die Kosten seiner Darstellung deckt, sondern dem Affineur auch noch einen erklecklichen Gewinn gewährt. So tritt denn der sonderbare Fall ein, daß wir dem Affineur Rohsilber geben, für welches er uns den durch die Probe genau ausgemittelten Gehalt an feinem Silber, so wie das Kupfer wieder liefert, ohne daß wir ihm für seine Arbeit scheinbar etwas bezahlen; er ist bezahlt durch den Goldgehalt unsers Silbers, den er zurückbehält.

Die Affinirung des Silbers nach dem neuen Verfahren ist eine der schönsten chemischen Operationen. Das granulirte Metall wird in concentrirter Schwefelsäure gekocht, wo sich Silber und Kupfer auflösen, während alles Gold als schwarzes Pulver zurückbleibt. Die Auflösung enthält Silber- und Kupfervitriol. Man bringt sie in Tröge von Blei, wo sie mit altem Kupfer in Berührung gelassen wird. Eine Folge davon ist, daß sich das aufgelöste Silber völlig rein und vollkommen ausscheidet, während von dem Kupfer eine gewisse Portion in Auflösung tritt; man hat also zu Ende der Operation reines metallisches Silber und Kupfervitriol, der zur

Darstellung grüner und blauer Farben dient und einen beträchtlichen Handelswerth besitzt.

Das in dieser Scheidung gewonnene Gold ist nicht rein, es enthält, durch Kochen mit kohlensaurem Natron und Behandlung mit Salpetersäure von beigemengtem schwefelsauren Bleioxyd, Eisenorid und Schwefelkupfer befreit, in 1000 Gewichtstheilen 970 Gold, 28 Silber und wie Pettenkofer kürzlich gefunden hat, als niefehlenden Bestandtheil bis zu 2 Th. Platin, welche letztere beiden Metalle man durch Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Natron und Salpeter leicht von dem Golde trennt.

Es würde die Grenze dieser Skizze überschreiten, wenn man alle Anwendungen der Schwefelsäure, der Salzsäure und des Natrons hier in ihren äußersten Verzweigungen verfolgen wollte; allein kaum dürfte man vermuthen, daß die so schönen Stearinsäurekerzen, unsere so wohlfeilen Phosphorfeuerzeuge (die vortrefflichen Reibzündhölzchen) je in Gebrauch gekommen sein würden, ohne die so außerordentliche Vervollkommnung der Schwefelsäurefabrikation. Die jetzigen Preise der Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, der Soda, des Phosphors rc. würde man vor fünfundzwanzig Jahren für fabelhaft erklärt haben; wer kann voraussehen, welche neuen Fabrikationen wir in weitern fünfundzwanzig Jahren erhalten werden? — Man wird nach dem Vor-

hergehenden die Behauptung nicht für übertrieben halten, daß die chemische Industrie eines Landes mit großer Genauigkeit nach der Anzahl von Pfunden Schwefelsäure beurtheilt werden kann, die man in diesem Lande verbraucht. In dieser Beziehung gibt es keine Fabrikation, welche von Seite der Regierungen eine größere Beachtung verdient. Daß England sich zu so extremen Schritten gegen Neapel wegen des Schwefelhandels entschloß, lag ganz einfach in dem Druck, den die gesteigerten Schwefelpreise auf die Preise der gebleichten und gedruckten Baumwollenzeuge, der Seife und des Glases ausübten. Wenn man erwägt, daß England zum Theil Amerika, Spanien, Portugal, den Orient und Indien mit Glas und Seife versieht, daß es dagegen Baumwolle, Seide, Wein, Rosinen, Korinthen und Indigo eintauscht, daß zuletzt der Sitz der Regierung, London, der Hauptstapelplatz für den Handel mit Wein und Seide ist, so wird man die Bemühungen der englischen Regierung um die Aufhebung des Monopols des Schwefelhandels erklärlich finden.

Es war Zeit für Sicilien, daß ein seinen wahren Interessen so entgegengesetztes Verhältniß so bald ausgeglichen wurde, denn hätte es einige Jahre länger gedauert, so wäre sein ganzer Reichthum an Schwefel für das Königreich höchst wahrscheinlich völlig werthlos geworden. Wissenschaft und Industrie bilden heutzutage

eine Macht, die von Hindernissen nichts weiß. Aufmerksame Beobachter konnten leicht den Zeitpunkt bestimmen, wo die Ausfuhr des Schwefels aus Sicilien aufhören mußte. Es sind in England fünfzehn Patente genommen worden auf Verfahrungsweisen, um den Schwefel bei der Sodafabrikation wieder zu gewinnen und um ihn rückwärts wieder in Schwefelsäure zu verwandeln. Vor dem Schwefelmonopol dachte Niemand an eine Wiedergewinnung; die Vervollkommnung dieser fünfzehn gelungenen Versuche wäre sicher nicht ausgeblieben, und die Rückwirkung auf den Schwefelhandel muß auch dem Befangensten einleuchtend sein. Wir besitzen Berge von Schwefelsäure im Gyps und Schwerspath, von Schwefel im Bleiglanz, im Schwefelkies; mit den steigenden Schwefelpreisen kam man darauf, den Schwefel dieser Naturproducte für den Handel zu gewinnen; man stellte sich die Ausmittlung des wohlfeilsten Weges zur Aufgabe, um diese Materien für die Schwefelsäurefabrikation tauglich zu machen. Tausende von Centnern Schwefelsäure wurden bei den hohen Schwefelpreisen aus Schwefelkies gewonnen; man würde dahin gelangt sein, die Schwefelsäure aus dem Gyps zu ziehen, freilich nicht ohne viele Hindernisse zu besiegen, allein sie würden überwunden worden sein. Der Anstoß ist jetzt gegeben, die Möglichkeit des Gelingens dargethan; wer weiß, welche schlimme Folgen sich aus

einer unvernünftigen Finanzspeculation für Neapel in wenigen Jahren entwickeln werden! Es mag ihm leicht gehen wie Rußland, das sich durch sein Prohibitivsystem um seinen Handel mit Talg und Potasche ganz und gar gebracht hat. Nur durch die Noth gezwungen, kauft man Waaren in einem Lande, welches unsere eignen Waaren von seinem Verkehr ausschließt. Anstatt Hunderttausende von Centnern Talg und Hanföl verbraucht jetzt England Hunderttausende von Centnern Palmbutter und Cocosöl, die es nicht von Rußland erhält. Die Aufstände der Arbeiter gegen die Fabrikbesitzer, des höhern Taglohns wegen, haben zu den bewunderungswürdigen Maschinen geführt, durch die sie entbehrlich wurden. So straft sich im Handel und in der Industrie jede Unklugheit von selbst, und jeder Druck, jede Sperrung des Verkehrs wirkt auf das Land am fühlbarsten zurück, von dem sie ausgeht.

Zwölfter Brief.

Sie werden mir beipflichten, wenn ich es als ein großes Glück für die menschliche Gesellschaft ansehe, daß eine jede neue Idee, die sich in Gestalt einer nützlichen Maschine oder eines Gegenstandes des Handels oder der Industrie bringen läßt, ihre Anhänger findet, die ihre Kräfte und Talente, ihr Hab und Gut daran setzen, um sie zu verwirklichen. Selbst wenn sich diese Idee als unausführbar erweist, wenn sie in sich selbst später als absurd erkannt wird, so gehen aus diesen Bestrebungen nichtsdestoweniger andere werthvolle und nützliche Resultate hervor. Es ist damit in der Industrie, wie in der Naturforschung, in welcher die Theorien zu Arbeiten und Untersuchungen führen. Wenn man aber arbeitet, so macht man Entdeckungen: man gräbt auf Braunkohlen und entdeckt Salzlager, man gräbt auf Eisen und findet weit werthvollere Erze.

So erwartet man denn in der neuesten Zeit von dem Elektromagnetismus wunderbare Dinge: er soll die

Locomotive auf unsern Eisenbahnen in Bewegung setzen mit einem so geringen Aufwand an Kosten, daß diese gar nicht mehr in Betracht kommen. England wird sein Uebergewicht als Manufacturstaat einbüßen, denn was nützen ihm seine Kohlen? Wir haben wohlfeiles Zink, und wie wenig Zink gehört dazu, um eine Drehbank, und demzufolge eine andere Maschine in Bewegung zu setzen! Alles dies ist lockend und verführerisch, und so muß es denn auch sein, denn Niemand würde sich sonst damit beschäftigen; allein es sind zum größten Theil Illusionen, welche darauf beruhen, daß man sich noch nicht die Mühe gegeben hat, Vergleichungen anzustellen. Mit einer einfachen Spiritusflamme, die man unter ein passendes Gefäß mit siedendem Wasser setzt, kann man einen kleinen Wagen von 2—300 Pfund in Bewegung setzen, oder ein Gewicht von 80—100 Pfund auf eine Höhe von 20 Fuß heben. Alles dies kann man nun auch durch ein Stück Zink, das man in einem gewissen Apparate in verdünnter Schwefelsäure sich lösen läßt. Gewiß ist dies eine höchst überraschende und wunderbare Entdeckung; allein die Hauptfrage ist immer, welches von den beiden Mitteln zur Bewegung wohl das wohlfeilste sein mag?

Um diese Frage in ihrer richtigen Bedeutung aufzufassen, muß man sich an die Aequivalente der Chemiker erinnern. Es sind dies gewisse unveränderliche, in Zah-

len ausdrückbare Wirkungswerthe, die einander proportional sind. Um eine gewisse Wirkung hervorzubringen, habe ich 8 Pfund Sauerstoff nöthig, und wenn ich für dieselbe Wirkung keinen Sauerstoff, sondern Chlor anwenden will, so muß ich davon nicht mehr und nicht weniger als 35½ Pfund nehmen. So sind 6 Pfund Kohle ein Aequivalent für 32 Pfund Zink. Diese Zahlen drücken ganz allgemeine Wirkungswerthe aus, die sich auf alle Thätigkeiten beziehen, welche sie zu äußern fähig sind. Wenn wir Zink, in einer gewissen Weise mit einem andern Metall verbunden, mit verdünnter Schwefelsäure in Berührung bringen, so löst es sich in der Form von Zinkorid auf; es verbrennt auf Kosten von Sauerstoff, den ihm die leitende Flüssigkeit darbietet. In Folge dieser chemischen Action beobachten wir die Entstehung eines elektrischen Stroms, der, durch einen Draht geleitet, diesen zu einem Magneten macht.

Durch die Auflösung von einem Pfund Zink erhalten wir also eine gewisse Summe von Kraft, wodurch wir z. B. in Stand gesetzt werden, ein um so größeres Gewicht Eisen einen Zoll hoch in die Höhe zu heben und so lange schwebend zu erhalten, in je kürzerer Zeit die Auflösung des Zinks vollendet ist. Wir können ferner durch Unterbrechung und Wiederherstellung des Contacts des Zinks mit der Säure und durch umgekehrte Wirkung dem Eisengewicht eine Bewegung hin- und

herwärts oder auf- und abwärts geben, die Bedingung also schaffen, um eine Maschine zu treiben.

Aus nichts kann keine Kraft entstehen; in dem berührten Falle wissen wir, daß sie durch Auflösung (durch Oxydation) des Zinks hervorgerufen wird; allein abstrahiren wir von dem Namen, den diese Kraft hier trägt, so wissen wir, daß ihre Wirkung in einer andern Weise hervorgebracht werden kann. Wenn wir nämlich das Zink unter dem Kessel einer Dampfmaschine, also in dem Sauerstoff der Luft, anstatt in der galvanischen Säule, verbrannt hätten, so würden wir Wasserdampf und damit eine gewisse Quantität Kraft hervorgebracht haben. Wir wollen nun annehmen — was keineswegs bewiesen ist — die Kraftmenge sei in beiden Fällen ungleich, man habe z. B. durch die galvanische Säule doppelt oder dreimal mehr Kraft gewonnen, oder, wenn man will, weniger Verlust an Kraft gehabt, so muß man sich erinnern, daß das Zink repräsentirt werden kann durch gewisse Aequivalente an Kohle. Nach den Versuchen von Despretz entwickeln 6 Pfund Zink, wenn sie sich mit Sauerstoff verbinden, nicht mehr Wärme wie 1 Pfund Kohle; wir können also unter gleichen Bedingungen mit 1 Pfund Kohle sechsmal so viel Kraft hervorbringen wie mit 1 Pfund Zink. Es ist klar, die Kraftverluste auf beiden Seiten gleichgesetzt, würde es vortheilhafter sein, Kohlen anzuwenden anstatt Zink, selbst wenn dieses in der gal-

vanischen Säule viermal so viel Kraft entwickelte, als ein gleiches Gewicht Kohle durch seine Verbrennung unter einem Dampfkessel liefert. Mit einem Wort, wenn wir die Kohlen, die wir zur Ausschmelzung des Zinks aus seinen Erzen gebrauchen, unter einer Dampfmaschine verbrennen, so werden wir damit höchst wahrscheinlich weit mehr Kraft hervorbringen als durch Zink, in welcher Form oder in welchem Apparat wir es auch verwenden mögen. Wärme, Electricität und Magnetismus sind in einer ähnlichen Beziehung einander äquivalent wie Kohle, Zink und Sauerstoff. Durch ein gewisses Maaß von Electricität bringen wir ein entsprechendes Verhältniß von Wärme oder von magnetischer Kraft hervor, die sich gegenseitig äquivalent sind. Diese Electricität kaufe ich mit chemischer Affinität, die, in der einen Form verbraucht, Wärme, in der andern Electricität oder Magnetismus zum Vorschein bringt. Mit einer gewissen Summe von Affinität bringen wir ein Aequivalent Elektricität hervor, gerade so wie wir umgekehrt durch ein gewisses Maaß von Electricität Aequivalente von chemischen Verbindungen zur Zerlegung bringen. Die Ausgabe für die magnetische Kraft ist also hier die Ausgabe für die chemische Affinität. Zink und Schwefelsäure liefern uns die chemische Affinität in der einen, Kohlen und ein gehöriger Luftzug in der andern Form. Man darf sich nicht dadurch täuschen lassen,

daß man mit einem sehr kleinen Aufwand von Zink einen Eisendraht zu einem Magneten machen kann, der 1000 Pfund Eisen trägt; denn mit diesem Magnet sind wir nicht im Stande, ein einziges Pfund Eisen 2 Zoll hoch in die Höhe zu heben, dies will sagen, ihm eine Bewegung zu ertheilen. Der Magnet wirkt wie ein Felsen, der, ruhend, in einem Gewichte von 1000 Pfund auf eine Unterlage drückt; es ist ein eingeschlossener See, der keinen Fall besitzt. Man hat ihm aber Abfluß und Fall zu geben gewußt — so kann man mir einwerfen — und ich halte dies für einen Triumph der Mechanik; man wird dahin gelangen, ihm auch noch mehr Fall und eine größere Kraft zu geben, als man bis jetzt im Stande war; immer aber bleibt es gewiß, daß bis auf den Dampfkessel an keiner unserer Maschinen sich das Geringste ändern wird, und daß ein Pfund Kohle in diesem Augenblick noch unter einem Dampfkessel eine mehrere hundertmal schwerere Masse in Bewegung zu setzen vermag, als ein Pfund Zink in der galvanischen Säule*).

*) Nach einer Angabe in der Beilage der Allg. Zeitung Nr. 214 hat Jacobi 1818 — 1839 eine Maschine erbaut, durch welche eine Schaluppe von zwölf Mann in Bewegung gesetzt werden konnte, und deren Effect auf 600 Pud = 24,000 Pfund in einer Minute auf 1 Fuß Höhe gehoben geschätzt wurde. Dieser Effect kann mit dem auch der kleinsten Dampfmaschine noch nicht verglichen werden, denn er beträgt erst 4/5 von einer Pferdekraft (1 Pferdekraft = 500 Pfund in 1 Secunde 1 Fuß in die Höhe gehoben).

Unsere Erfahrungen in diesen neuern Bewegungsmitteln sind noch zu jungfräulich, als daß sich voraussehen ließe, was sich daraus entwickeln wird. Möchten sich die Männer, die sich die Lösung dieses Problems zur Aufgabe gesetzt haben, nicht entmuthigen lassen; auch wenn wir nur die Gefahr der Dampfmaschinen damit beseitigen lernen, so ist dies selbst bei dem doppelten Kostenaufwand schon ein großer Gewinn. Es gibt noch eine andere Art, um den Electromagnetismus auf unsern Eisenbahnen höchst wichtigen Zwecken dienen zu machen. Denken wir uns in der That eine Vorrichtung, durch die wir willkürlich die Räder der Locomotive in starke Magnete verwandeln können, so werden wir mit Leichtigkeit alle Anhöhen übersteigen können. Dieser Vorschlag ist von Weber in Göttingen gemacht worden; er wird seine Früchte bringen.

Mit der galvanischen Säule als Bewegungsmittel mag es sich in einiger Zeit verhalten wie mit der Fabrikation des inländischen Zuckers und mit der des Leuchtgases aus Oel und Steinkohle.

Die Industrie hat, was den Rübenzucker betrifft, beinahe das Unmögliche geleistet; anstatt eines nach Rüben schmeckenden, schmierigen Zuckers, fabricirt man jetzt die schönste Raffinade, anstatt drei bis vier Procent, welche Achard erhielt, producirt man jetzt das Doppelte, ja sogar das Dreifache an Zucker, und dennoch wird sich diese Fabrikation auf die Dauer hin nicht halten

können. Die Finanzverwaltung hat den Zucker als Mittel zur Besteuerung gewählt und es empfingen die Regierungen der Zollvereinsstaaten, mittelst der im Jahr 1846 eingeführten zwölfhunderttausend Zentner Zucker zehn und eine halbe Million Gulden, welche einen Theil der Summe ausmachen, die der Staat zu seinem Haushalte bedarf. In demselben Jahre erzeugten 96 Rübenzuckerfabrikanten im Zollverein, aus 4,446,469 Ct. Rüben, 334,320 Ct. Rohzucker, der im Lande verbraucht worden ist; der Preis dieses Zuckers ist derselbe wie der des tropischen Zuckers. Wäre der Rübenzucker im Lande nicht erzeugt worden, so würde ein demselben gleiches Quantum Rohzucker eingebracht und verbraucht worden sein. In diesem Fall würde der Staatshaushalt*) die Summe von 2,400,000 Gulden (8¾ fl. per Ctr.) empfangen haben, die im Zuckerpreis an die Rübenzuckerfabrikanten bezahlt worden ist. Anstatt 13 Millionen, welche der Staat eingenommen hätte, empfing er nur 10½ Million; es ist klar, daß ohne den Ausfall von 2½ Million Gulden, die andern Steuern um eben soviel hätten vermindert werden können; die Bewohner der Zollvereinsstaaten haben demnach 2½ Million Gul-

*) Die Fabrikanten versteuerten 20 Ctr. Rüben zu 1 Rthlr., jetzt zu 2 Rthlr., nach der Annahme, daß 20 Th. Rüben 1 Th. Zucker geben, sie erhielten aber 1 Ct. Zucker von 13 bis 14 Ctr. Rüben.

den an die Rübenzuckerfabrikanten und 2½ Million Gulden in andern Steuern an den Staat bezahlen müssen; jeder der 96 Fabrikanten hat im Mittel, fünfundzwanzigtausend Gulden von den Bewohnern des Landes empfangen, ohne daß ihnen irgend ein Vortheil dadurch zugewachsen ist. Das Vergnügen, auf seinem eigenen Grund und Boden gewachsenen Zucker zu essen, ist, wie man sieht, mit nicht geringen Opfern bezahlt. Wäre aller Zucker im Inlande erzeugt worden, so würde der Ausfall im Staatshaushalte 8½ Million Gulden betragen. Ob es möglich wäre, unter diesen Umständen 17 Millionen Gulden im Zollverein als Steuer aufzubringen (8½ Million an die Rübenzuckerfabrikanten und ebensoviel für den Staatshaushalt), diese Frage mag hier unerledigt bleiben.

Wenn wir uns denken, daß der Staat, um uns mit Zucker zu versorgen, ein ungeheures Gewächshaus, in welchem Zuckerrohr gezogen wird, mit einem in Gestalt von Steuern erhobenen Aufwand von 8½ Million Gulden zu unterhalten hätte, so würde man die Entdeckung einer Insel, auf welcher das Zuckerrohr wild wächst und wo es leicht und mit einem geringen Kostenaufwande cultivirt werden könnte, für das glücklichste Ereigniß halten, namentlich wenn uns diese Insel unsern Zuckerbedarf mit Ersparung des ganzen Aufwandes für das Gewächshaus liefern würde. Jeder Einzelne

würde dabei Gewinn haben, denn die Steuer im Lande könnte dann ohne allen Nachtheil um 8½ Million Gulden vermindert werden. Man kann gegen diese Rechnung einwenden, daß die Rübenzuckerfabrikation eine Zukunft hat, daß sie vollkommen entwickelt, Kraft genug gewinnen könne, um den ganzen Aufwand von 8½ Million Gulden für das Gewächshaus zu bestreiten, daß sie dann ebensoviel Steuer an den Staat entrichten werde, als die Fabrikanten von den Zuckerverbrauchern empfingen. Dieß ist aber sehr wenig wahrscheinlich, denn die Zukunft ist nicht für den Rübenzucker, sondern für den Rohzucker.

Auf dem Morgen des besten Landes, für welches ein jährlicher Pacht bis zu fl. 50 entrichtet wird, gewinnt man in der Umgegend Magdeburgs durchschnittlich 10 Centner Zucker, welche ohne den Arbeitslohn zu ihrer Verarbeitung 40 Ctr. Steinkohlen kosten. Die Rübe enthält 10 pCt. Zucker, von welchen 7½ pCt. gewonnen werden; die denkbar möglichen Verbesserungen bewegen sich demnach um die Gewinnung von 2½ pCt. Zucker, die der Fabrikant verliert.

Ein Morgen Land in den Colonien, dessen Pacht weniger wie den zehnten Theil der Pachtsumme in Europa beträgt, erzeugt jährlich 315 bis 350 Ctr. Zuckerrohr (noch L. Wray 25 — 30 tons pro acre) welche 70—80 pCt. Saft liefern, in welchem sich 20 pCt. Zucker befinden. Der Morgen Land bringt dem-

nach in dem Vaterland des Zuckerrohrs 40—50 Ctr. Zucker hervor, zu gleicher Zeit gewinnt man in dem ausgepreßten Rohr soviel oder nahe soviel Brennstoff, als zur Verarbeitung des Saftes erforderlich ist.

Für gleiche Vegetationsperioden und gleiche Bodenfläche, ist der absolute Ertrag des Bodens an Zucker beim Zuckerrohr um mehr wie das Doppelte größer als bei den Rüben.

Die Rübenzuckerfabrikanten haben vor den Colonisten voraus bessere Methoden, d. h. Ersparung von Arbeitskraft, ein für die Verarbeitung des Saftes günstigeres Klima und vielleicht eine größere Intelligenz; daß sie überhaupt bei uns bestehen, beruht auf Zufälligkeiten, denen Niemand Dauer zuschreiben kann. Die Zuckerpflanzer sind jetzt schon unendlich unterrichteter wie früher, eine völlige Revolution in ihren Methoden hat bereits begonnen, sie werden aufhören nachlässig oder Verschwender zu sein. Es ist völlig undenkbar, daß die Zuckerpflanzer fortfahren, wie bisher von den 20 pCt. Zucker, die ihr Saft enthält, zwölf Procent zu verlieren und nur 8 pCt. zu gewinnen. Ein einfaches Mittel, um die Gährung des Saftes in dem heißen Klima zu verhüten, ist wahrscheinlich jetzt schon gefunden und im Gebrauch, und ein Mehrgewinn von vier Procent Zucker wird allein schon die Zuckerfabrikation in Europa unmöglich machen. Darum hat die Rübenzuckerfabrikation bei uns keine Zukunft.

Das Geld macht heutzutage nicht mehr den Reichthum eines Staates aus, und wenn wir in der Rheinebene ebenso reiche Diamantenlager hätten, wie zu Golkonda, Visapur oder wie in Brasilien, so würden sie schwerlich der Bearbeitung werth sein, weil die Bruttokosten ihrer Gewinnung, die an den genannten Orten sich für den Karat auf siebenzehn bis achtzehn Gulden durchschnittlich belaufen, drei- bis viermal soviel bei uns betragen würden. Für diesen Preis würde aber Niemand Diamanten haben wollen. Zu Zeiten, wo der Taglohn niedrig ist, beschäftigen sich im Badischen eine gewisse Anzahl Personen mit Goldwaschen aus dem Rheinsande, dessen Goldgehalt etwa 10mal kleiner wie der des goldführenden Sandes in Sibirien und 37mal kleiner wie der des Sandes in Chili ist (Daubrée).*) So wie der Taglohn steigt, hört diese Erwerbsquelle auf, Vortheile darzubieten, und sie versiegt von selbst. So gewährt die Rübenzuckerfabrikation Vortheile, die sie sehr bald nicht mehr darbieten wird, und anstatt sie durch beträchtliche Opfer zu erhalten, ist es nationalökonomisch weit vernünftiger, andere werthvollere Producte zu bauen und dafür Zucker einzutauschen. Nicht bloß der Staat, sondern wir alle gewinnen dabei. In Frankreich und Böhmen sind die Verhältnisse in den Preisen des Zuckers

*) Aus 320,000 Pfund Sand erhält man einen Dukaten. —

und Brennmaterials ganz anders wie bei uns. Es lassen sich zwischen diesen Ländern und Deutschland keine Vergleiche anstellen.

Auf einem eben so unfruchtbaren Boden steht bei uns die Fabrikation des Leuchtgases aus Harz und Oelen. Der Preis der Materialien, die zur Beleuchtung dienen, steht in England in geradem Verhältniß zu den Getreidepreisen; Talg und Oel sind nur andere Formen für Viehfutter und Grundrente. In England ist Talg und Oel um's Doppelte theurer, Eisen und Steinkohlen sind um zwei Drittel wohlfeiler wie bei uns, und selbst in diesem Lande bietet die Gasfabrikation nur dann Vortheile dar, wenn sich die abdestillirten Kohlen (die Kohks) verwerthen lassen.

Man würde es sicher als eine der größten Entdeckungen unseres Jahrhunderts betrachten, wenn es Jemanden gelungen wäre, das Steinkohlengas in einen weißen, festen, trockenen, geruchlosen Körper zu verdichten, den man auf Leuchter stecken, von einem Platz zum andern tragen, oder in ein flüssiges, farb- und geruchloses Oel, das man in Lampen brennen könnte. Wachs, Talg und Oel sind aber brennbare Gase im Zustand von festen Körpern oder Flüssigkeiten, die uns gerade eine Menge Vortheile bieten, welche das Gaslicht nicht besitzt; in wohlconstruirten Lampen gebrannt, entwickeln sie die nämliche Lichtmenge, ihrer Verbrennung geht

unter allen Umständen eine Vergasung voraus, ohne daß man, wie in den Gasfabriken, hierzu einen besonderen Apparat nöthig hat. Für gewisse Zwecke, zur Beleuchtung von großen Städten, Gasthäusern, wo man Verluste durch gestohlenen Talg oder Oel, wo man ein Capital für das Putzen der Lampen in Rechnung zu nehmen hat, compensirt sich der höhere Preis des Gaslichts, aber auch selbst dann liegt ein großer Theil des Nutzens in der Verwerthung des Kohks. Wo sie nicht abgesetzt werden können, hat man Schaden zu gewärtigen. An Orten, wie in Frankfurt am Main, wo man das Gas aus Harz, Terpentinöl und andern wohlfeilen Oelen gewinnt, wird man so lange mit einigem Vortheil fabriciren, als diese Beleuchtungsweise in einem kleinen Maaßstab betrieben wird. Würden große Städte auf diese Art mit Licht versehen, so wäre die unmittelbare Folge ein Steigen der Preise dieser Materialien; kaum würde z. B. alles Terpentinöl, was man in den Handel bringt, für zwei Städte wie Berlin und München hinreichen, und auf die gegenwärtigen Preise dieser Stoffe, deren Gewinnung an und für sich kein Gegenstand der Industrie sein kann, lassen sich keine Berechnungen gründen. Für Kurhessen stellt sich die Gasbeleuchtung aus den vortrefflichen schmalkaldischen Kohlen am vortheilhaftesten, und gerade in diesen Gegenden kennt man sie nicht. Anstatt die Kohlen in der Nähe der Gruben zu verkohken

und das Leuchtgas verloren zu geben, wie es in diesem Augenblick geschieht, wäre es unstreitig vortheilhafter, die Kohks mit dem Leuchtgas nach Kassel zu verfahren, in verschlossenen Gefäßen an Ort und Stelle zu verkohlen und das Gas zur Beleuchtung zu benutzen.

Dreizehnter Brief.

Die Form und Beschaffenheit, in welcher die Körper dem leiblichen Auge erscheinen, die Farbe, Durchsichtigkeit, Härte rc., ihre sogenannten physikalischen Eigenschaften sind lange Zeit als abhängig betrachtet worden von der Natur ihrer Elemente oder ihrer Zusammensetzung. Ein und derselbe Körper konnte vor wenigen Jahren nicht in zweierlei Zuständen gedacht werden, und es war gewissermaßen als Grundsatz angenommen worden, daß zwei Körper einerlei Eigenschaften nothwendig besitzen müssen, welche die nämlichen Elemente in einerlei Gewichtsverhältniß enthielten. Wie wäre es sonst möglich gewesen, daß die geistreichsten Philosophen die chemische Verbindung als eine Durchdringung, die Materie als unendlich theilbar sich denken und eine solche Ansicht vertheidigen konnten. Nie gab es einen größeren Irrthum. Bestand die Materie in der That aus unendlich kleinen Theilchen, so war sie gewichtlos, und eine Milliarde dieser Theilchen zusammengelegt, konnte nicht mehr

wiegen, wie ein einzelner unendlich kleiner Theil. Selbst die in Bewegung befindlichen Theile der gewichtlosen Materie, die auf unserer Netzhaut den Eindruck hervorbringen, welcher, zum Bewußtsein gelangt, als Licht erscheint, sind in mathematischem Sinne nicht unendlich klein. Eine Durchdringung der Bestandtheile bei der Entstehung einer chemischen Verbindung setzt voraus, daß sich an einem und demselben Orte die Bestandtheile **a** und **b** befinden, ungleiche Eigenschaften bei gleicher Zusammensetzung waren hiernach nicht möglich.

Wie alle naturphilosophischen Ansichten der verflossenen Zeit, so fiel auch diese, ohne daß sich nur Jemand die Mühe nahm, sie aufrecht zu erhalten. Die Gewalt der Wahrheit, so wie sie aus der Beobachtung hervorgeht, ist unwiderstehlich. Man entdeckte in der organischen Natur eine Menge von Verbindungen, welche bei gleicher Zusammensetzung höchst ungleiche Eigenschaften besitzen; sie haben den Namen isomerische Körper erhalten. Die große Classe von flüchtigen Oelen, zu denen Terpentinöl, Citronöl, Copaivabalsamöl, Rosmarinöl, Wachholderbeerenöl und andere gehören, so verschieden durch ihren Geruch, ihre medicinischen Wirkungen, Siedpunkt ꝛc., enthalten einerlei Verhältniß, Kohlenstoff und Wasserstoff, keines mehr von dem einen oder andern Bestandtheile wie das andere.

In welcher wunderbaren Einfachheit erscheint uns

von diesem Gesichtspunkt aus die organische Natur: mit zwei gleichen Gewichten von zwei Bestandtheilen bringt sie eine außerordentliche Mannigfaltigkeit von Verbindungen der merkwürdigsten Art hervor. Man hat Körper entdeckt, die, wie der krystallisirende Bestandtheil des Rosenöls, bei gewöhnlicher Temperatur fest und flüchtig, eine gleiche Zusammensetzung haben mit dem Gas, welches in unsern Lichtflammen brennt, und noch obendrein mit einem Dutzend von andern Körpern, alle höchst verschieden in ihren Eigenschaften.

Die Resultate, die in ihren weiteren Beziehungen so bedeutungsvoll sind, wurden nicht ohne genügende Beweise als Wahrheiten angenommen; einzelne Beobachtungen dieser Art waren längst bekannt, sie bewegten sich aber heimathlos in dem Gebiet der Wissenschaften herum, bis man zuletzt auf Körper kam, an denen sich schärfer noch, als durch die Analyse, Beweise für die absolute Gleichheit der Zusammensetzung bei höchst ungleichen Eigenschaften führen ließen, die man rückwärts und vorwärts willkürlich in einander überführen und verwandeln konnte. In der Cyanursäure, dem Cyansäurehydrat und Cyamelid hat man drei solcher Körper; die erstere ist im Wasser löslich, krystallisirbar, fähig, mit Metalloxyden Salze zu bilden; das Cyansäurehydrat ist eine flüchtige, im höchsten Grad ätzende Flüssigkeit, die mit Wasser ohne Zersetzung nicht zusammengebracht

werden kann; das Cyamelid ist eine weiße, in Wasser völlig unlösliche, porcellanartige Masse. In einem hermetisch verschlossenen Glasgefäße verwandelt sich die Cyanursäure durch den Einfluß einer höhern Temperatur in Cyansäurehydrat, und diese geht von selbst bei gewöhnlicher Temperatur in Cyamelid über, ohne daß ein Bestandtheil austritt, oder ein Körper von außen aufgenommen wird.

Cyamelid läßt sich in Cyanursäure oder in Cyansäurehydrat nach Belieben verwandeln. In einem ähnlichen Verhältniß stehen Aldehyd, Metaldehyd und Elaldehyd, Harnstoff und cyansaures Ammoniak zu einander, in der Art also, daß ein Körper in den andern übergeführt werden kann, ohne daß einer seiner Bestandtheile aus- oder ein fremder eintritt.

Nur die Ansicht, daß die Materie nicht unendlich theilbar sei, daß sie aus nicht weiter spaltbaren Atomen besteht, gibt genügende Rechenschaft über diese Erscheinungen. Bei der chemischen Verbindung durchdringen sich diese Atome nicht, sie ordnen sich in einer gewissen Weise, und von dieser Ordnung hängen ihre Eigenschaften ab. Aendern sie durch Störungen von außen ihren Platz, so verbinden sie sich in einer neuen Weise, es entsteht ein anderer Körper mit durchaus verschiedenen Eigenschaften. Ein Atòm von dem einen kann mit einem Atom eines zweiten Körpers, zwei Atome können mit zwei, vier mit vier, acht mit acht Atomen eines andern

zu einem einzigen zusammengesetzten Atom zusammentreten; in allen diesen Verbindungen ist die procentische Zusammensetzung absolut gleich, und dennoch müssen die chemischen Eigenschaften verschieden sein, denn wir haben in diesem Fall zusammengesetzte Atome, von welchen das eine zwei, das andere vier, das dritte acht oder sechszehn einfache Atome enthält.

Eine Menge der schönsten Beobachtungen entwickelten sich aus diesen Entdeckungen, eine Menge Geheimnisse entschleierten sich auf die natürlichste Weise. So hat man in dem Amorphismus einen neuen Begriff gewonnen, mit dem man einen eigenthümlichen Zustand bezeichnet, welcher der Krystallisation entgegengesetzt ist. In einem krystallisirenden Medium beobachtet man eine unaufhörliche Bewegung; wie wenn die kleinsten Theile Magnete wären, stoßen sie sich nach einer Richtung ab, nach einer andern ziehen sie sich an und lagern sich neben einander; sie gestalten sich zu einer regelmäßigen Form, welche unter gleichen Verhältnissen sich niemals ändert. Dies geschieht aber nicht immer, wenn sie aus dem flüssigen oder Gaszustand übergehen in den Zustand eines festen Körpers. Zur Krystallbildung gehört Bewegung und Zeit. Wenn wir einen flüssigen oder gasförmigen Körper zwingen, plötzlich fest zu werden, wenn wir seinen Theilchen nicht Zeit lassen, sich in den Richtungen zu lagern, in denen ihre Anziehung (Cohäsionskraft)

am stärksten ist, so werden sich keine Krystalle bilden, sie werden das Licht anders brechen, eine andere Farbe, Härte und einen verschiedenen Zusammenhang haben. So kennen wir einen rothen und einen kohlschwarzen Zinnober, einen festen, harten und einen durchsichtigen, weichen, in lange Fäden ziehbaren Schwefel, das Glas, im Zustand eines undurchsichtigen, milchweißen Körpers, der so hart ist, daß er am Stahl Funken gibt, und im gewöhnlichen durchsichtigen Zustand mit muscheligem Bruch. Die in ihren Eigenschaften so unähnlichen Zustände sind in dem einen Fall bedingt durch eine regelmäßige, in dem andern durch eine regellose Lagerung der Atome; der eine Körper ist amorph, der andere krystallisirt. So hat man allen Grund, zu glauben, daß Thonschiefer, manche Arten Grauwacke nichts weiter sind als amorpher Feldspath, Glimmerschiefer oder Granit, ähnlich wie der Uebergangskalk amorpher Marmor, der Basalt und die Lava ein Gemenge von amorphem Zeolith und Augit ist.

Alles, was auf Cohäsionskraft Einfluß hat, muß die Eigenschaften der Körper bis zu einem gewissen Grad ändern. In der Kälte krystallisirter kohlensaurer Kalk besitzt die Krystallform, die Härte und das Lichtbrechungsvermögen des Kalkspaths; in der Wärme krystallisirt, besitzt er die Form und Eigenschaften des Arragonits.

Der Isomorphismus zuletzt, die Gleichheit der Form

vieler chemischen Verbindungen bei einer ähnlichen Zusammensetzung, Alles scheint darauf hinzuweisen, daß die Materie aus Atomen bestehe, deren Lagerung die Eigenschaften der Körper bedingt. Man könnte beinahe die Frage aufstellen, ob viele von den Körpern, die wir zu den Elementen rechnen, nicht vielleicht Modificationen eines und desselben Stoffes sind, ob sie nicht einerlei Materie in verschiedenen Zuständen der Lagerung enthalten?

Eisen und Mangan, Kobalt und Nickel, Platin und Iridium kommen beinahe immer mit einander in denselben Mineralien vor, sie haben eine Menge Eigenschaften mit einander gemein und besitzen ganz dasselbe Atomgewicht. Die Atomgewichte des Chlors und Jods zusammenaddirt und dividirt durch 2, geben sehr nahe das Atomgewicht des Broms, was in Beziehung auf seine physikalischen und chemischen Eigenschaften zwischen beiden steht; in gleicher Weise erhält man in der Mittelzahl der Atomgewichte von Kalium und Lithium, sehr nahe das Atomgewicht des Natriums.

Wir kennen solche zweifache Zustände beim Phosphor, der als ein einfacher Körper angesehen wird und beim Cyan, welches obwohl zusammengesetzt, alle Eigenschaften eines einfachen Körpers besitzt.

Erhält man Phosphor eine Zeitlang beim Luftabschluß seinem Siedpunkte nahe, so tritt eine wahre Gerinnung und damit eine Umwandlung seiner hervor-

stechendsten Eigenschaften ein. Im gewöhnlichen Zustande farblos, leicht schmelzbar, leicht verbrennlich, im Dunklen leuchtend und von selbst zu einer zerfließlichen Säure verbrennend, wird er bei 240 — 250⁰ fest, braunroth, er verliert seine Leichtverbrennlichkeit und ist unveränderlich an feuchter Luft; der gewöhnliche Phosphor löst sich beinahe in jedem Verhältnisse in Schwefelkohlenstoff auf, der veränderte wird davon nicht aufgelöst; der gewöhnliche Phosphor ist sehr giftig, der veränderte hat in denselben Dosen keine Wirkung auf den thierischen Organismus, wie Versuche an Hunden dargethan haben. Man bemerkt leicht, daß, wenn man unter Phosphor sich einen Inbegriff von gewissen Eigenschaften denkt, daß der veränderte Phosphor diesen Namen nicht mehr tragen dürfte, wäre es nicht möglich, diesem rückwärts alle verlornen Eigenschaften wieder zu geben und die neugewonnenen wieder verschwinden zu machen; bei einer schwachen Glühhitze verwandelt sich der veränderte Phosphor wieder in gewöhnlichen Phosphor.

Eine ähnliche Umwandlung kennen wir beim Cyan; es ist bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses, leicht entzündliches, mit rother Flamme brennendes Gas, welches bei starker Kälte tropfbar-flüssig wird; bei der Darstellung des Cyangases aus Quecksilbercyanid, aus welchem man es durch Einwirkung einer hohen Temperatur erhält, verwandelt sich ein Theil des freiwerdenden

Cyans in einen dunkelbraunen, festen, sehr schwer verbrennlichen Körper, der in starker Glühhitze sich wieder in gewöhnliches Cyangas verwandelt.

In ähnlicher Weise wird flüssiges Chloral bei gewöhnlicher Temperatur fest, weiß und porcellanartig und kann in höherer Temperatur wieder in gewöhnliches Chloral zurückverwandelt werden. Das farblose, höchst flüchtige, flüssige, mit Aether und Alkohol mischbare Styrol wird durch den Einfluß der Wärme, fest, durchsichtig wie Glas, unlöslich in Alkohol und sehr schwer löslich in Aether. Einem höheren Hitzgrade ausgesetzt, verwandelt es sich wieder in flüchtiges, flüssiges Styrol.

In seinem Verhalten gegen die Wärme ist der Phosphor den eben erwähnten vollkommen ähnlich. Was ist der Grund dieser Umwandlungen in den Eigenschaften des Körpers? Welchen räthselhaften Antheil nimmt daran die Wärme? Wir haben uns die Verschiedenheiten in den Eigenschaften zweier Körper von derselben chemischen Zusammensetzung durch eine verschiedene Lagerung ihrer Atome erklärt und diese Ansicht ist gewiß bei vielen unstreitbar richtig; wie ist es aber beim Phosphor, der als einfacher Körper angesehen werden muß? oder ist dieser vielleicht zusammengesetzt? Diese merkwürdigen Erscheinungen sind offenbar unerklärt, aber sie schließen eine Welt von Gedanken auf.

Vierzehnter Brief.

Weder die Wärme, noch die elektrische Kraft, noch die Lebenskraft sind vermögend, die Theilchen zweier ungleichartigen Materien in eine Gruppe zusammenhängend zu machen, zu einer Verbindung zu vereinigen; dies vermag nur die chemische Kraft.

Ueberall in der organischen Natur, in allen Verbindungen, welche in dem lebendigen Thier- oder Pflanzenorganismus erzeugt werden, begegnen wir den nämlichen Gesetzen, beobachten wir die nämlichen festen und unveränderlichen Verbindungsverhältnisse wie in der anorganischen.

Die Gehirn-, die Muskelsubstanz, die Bestandtheile des Blutes, der Milch, der Galle rc. sind zusammengesetzte Atome, deren Bildung und Bestehen auf der zwischen ihren kleinsten Theilchen thätigen Verwandtschaft beruht. Es ist die Verwandtschaft und keine andere Kraft, welche ihr Zusammentreten bewirkt; von dem lebendigen Körper getrennt, dem Einfluß der Lebens-

kraft*) entzogen, sind es die chemischen Kräfte allein, welche ihr ferneres Bestehen bedingen; von ihnen hängt, je nach ihrer Richtung und Stärke, die Größe oder Schwäche des Widerstandes ab, den sie äußeren Ursachen der Störung, äußern Kräften, welche die chemische Anziehung aufzuheben streben, entgegensetzen. Aber Licht Wärme, Lebenskraft, die Schwerkraft üben einen ganz entscheidenden Einfluß auf die Anzahl der einfachen Atome, die zu einem zusammengesetzten Atome sich vereinigen, und auf die Art und Weise ihrer Lagerung aus; sie bedingen die Form, die Eigenschaften, die Eigenthümlichkeit der Verbindungen, eben weil ihnen die Fähigkeit zukommt, ruhenden Atomen Bewegung mitzutheilen und durch Widerstand Bewegungen zu vernichten.

Licht, Wärme, Lebenskraft, die elektrische, die magnetische Kraft, die Schwerkraft äußern sich als Kräfte der Bewegung und des Widerstandes und ändern als

*) Das Wort Lebenskraft bezeichnet in dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft keine Kraft für sich, wie man sich etwa die Elektricität, den Magnetismus denken kann, sondern es ist ein Collectivnamen, welcher alle die Ursachen in sich begreift, von denen die vitalen Eigenschaften abhängig sind. In diesem Sinne ist der Name Lebenskraft ebenso richtig und gerechtfertigt wie der Name und Begriff des Wortes Verwandtschaftskraft, womit man die Ursachen der chemischen Erscheinungen bezeichnet, von der wir aber nicht im Geringsten mehr wissen, als von der Ursache oder den Ursachen, welche die vitalen Erscheinungen bedingen.

solche die Richtung und Stärke der chemischen Kraft, sie sind fähig, sie zu erhöhen, zu vermindern oder zu vernichten.

Die bloße mechanische Bewegung reicht hin, um der Cohäsionskraft krystallisirender Körper eine bestimmte Richtung zu geben, und die der Verwandtschaft in chemischen Verbindungen zu ändern. Wir können Wasser in völliger Ruhe weit unterhalb den Gefrierpunkt erkälten, ohne daß es krystallisirt, die Berührung mit der Spitze einer Nadel reicht in diesem Zustande hin, um es durch die ganze Masse in einem Augenblick zu Eis erstarren zu machen. Um Krystalle zu bilden, müssen die kleinsten Theilchen sich in Bewegung befinden, sie müssen ihren Ort, ihre Lage wechseln, um sich in den Richtungen ihrer stärksten Anziehung lagern zu können. Eine Menge in der Wärme gesättigter Salzauflösungen setzen beim Erkalten in völliger Ruhe keine Krystalle ab, das kleinste Stäubchen, ein Sandkorn, in die Flüssigkeit geworfen, reicht hin, um die Krystallisation einzuleiten; ist die Bewegung einmal eingetreten, so pflanzt sie sich von selbst fort, das bewegte Atom gibt den Anstoß zur Bewegung des zunächst liegenden, und in dieser Weise theilt sie sich allen Atomen mit.

Bringen wir metallisches Quecksilber in eine Auflösung von Schwefelleber, so bedeckt sich die Oberfläche sogleich mit schwarzem, amorphem Schwefelquecksilber,

was sich ebenso oft erneuert, als man die Oberfläche hinwegnimmt. Befestigen wir diese Mischung in einer gutverschlossenen Glasflasche, an den Rahmen einer Säge in einer Sägemühle, der sich in der Stunde mehrere tausendmal auf- und abbewegt, so geht das schwarze Pulver in den schönsten rothen Zinnober über, der sich von dem schwarzen nur durch seine krystallinische Beschaffenheit unterscheidet.

Das gewöhnliche Roheisen verdankt seine Härte, seine Zersprengbarkeit und seine krystallinische Beschaffenheit einem Gehalte von Kohle; das reine kohlenfreie Eisen ist nur höchst selten krystallinisch; darin unterscheidet sich eben das Eisen in den Meteorsteinen von dem Spiegeleisen, daß es bei der bestimmtest ausgedrückten krystallinischen Textur die größte Weichheit, so wie etwa ein sehr reines Schmiedeisen, besitzt, aber eine Stange Schmiedeisen ist im Bruch zähe, fadenförmig, und zeigt keine Durchgangsflächen von Krystallen, die kleinsten Theilchen sind ohne alle Ordnung durcheinander lagernd; im polirten Zustande mit einer Säure befeuchtet, zeigt seine Oberfläche die eigenthümlichen Zeichnungen nicht, welche dem krystallinischen Eisen angehören. Wenn aber die Stange lange Zeit hindurch schwachen, aber sich stets wiederholenden Hammerschlägen ausgesetzt wird, so sieht man, daß die kleinsten Theilchen, die Eisenatome, ihre Lage ändern, daß sie sich in Folge der auf sie einwirken-

den mechanischen Bewegung nach der Richtung ihrer stärksten Anziehung lagern, die Stange wird krystallinisch, sie wird brüchig wie Gußeisen, der Bruch ist nicht mehr fadenförmig, sondern glatt und glänzend. Diese Erscheinung tritt an den eisernen Achsen der Locomotiven und Reisewagen mehr oder weniger rasch ein, und ist die Ursache von nicht vorherzusehenden Unfällen.

Aber nicht bloß auf die äußere Form und Beschaffenheit, auf die Lagerung gleichartiger Theilchen haben mechanische Kräfte einen bedingenden Einfluß, sondern auch auf die Ordnungsweise der ungleichartigen Atome, auf das Bestehen von chemischen Zusammensetzungen. Die schwächste Reibung, ein Stoß bringt das Knallquecksilber, das Knallsilber zum Explodiren; die Berührung mit dem Barte einer Feder reicht hin, um das Silberoxyd-Ammoniak, den Jodstickstoff, zu zerlegen. Das bloße in Bewegung Setzen der Atome ändert in diesen Fällen die Richtung der chemischen Anziehung, sie ordnen sich in Folge der eingetretenen Bewegung zu neuen Gruppen; ihre Elemente treten zu neuen Producten zusammen.

Weit häufiger und sichtbarer noch ist der Einfluß, den die Wärme auf die Aeußerung der Affinität ausübt; insofern sie Widerstände überwindet, die sich der Wirkung der Verwandtschaft entgegensetzen, befördert und vermittelt sie die Bildung chemischer Verbindungen;

tritt sie selbst als Widerstand der Verwandtschaft entgegen, so ändert sie die Richtung der Anziehung, die Lagerung der Atome, sie hindert und vernichtet ihre Aeußerungen. In niederen Wärmegraden ist die Anziehung, welche die ungleichartigen Atome zu einander haben, eine andere wie in höheren, in den denkbar höchsten Hitzgraden findet die chemische Verbindung nicht mehr statt.

In einer Auflösung von Kochsalz in Wasser bilden sich, im Winter einem hohen Kältegrad ausgesetzt, große, schöne, durchsichtige, wasserhelle Säulen, welche über achtunddreißig Procent Wasser in chemischer Verbindung enthalten; das bei gewöhnlicher Lufttemperatur krystallisirte Kochsalz ist immer wasserfrei. Bei der leisesten Berührung mit der Hand werden die wasserhaltigen Krystalle milchweiß undurchsichtig, auf die Hand genommen, zerfließen sie zu einem Brei von kleinen Würfeln von gewöhnlichem Kochsalz. Bei — 10^0 gehen die Kochsalzatome mit den Wasseratomen eine chemische Verbindung ein, bei 0^0 besitzen beide diesen Grad der Anziehung nicht mehr. Der schwache Unterschied von zehn Temperaturgraden ist als Widerstand gegen die Verwandtschaft groß genug, um die Wirkung der letzteren aufzuheben.

Wenn kohlensaurer Kalk aus kaltem Wasser krystallisirt, so lagern sich seine Theilchen in der Form des is=

ländischen Doppelspathes ab; aus warmem Wasser krystallisirt, erhalten wir ihn in der Form des Arragonits. Beide Mineralien, so unvereinbar in ihrer Krystallgestalt, so verschieden in ihrer Härte, ihrem specifischen Gewichte, ihrem Lichtbrechungsvermögen, enthalten absolut die nämlichen Mengen Kohlensäure und Kalk. Wir sehen in diesem Beispiel, daß die festwerdenden Theilchen des kohlensauren Kalkes unter dem Einflusse eines erhöhten Wärmegrades zu einem physikalisch ganz anderen Körper sich gestalteten; noch merkwürdiger aber ist, daß, wenn wir ein Arragonitkrystall zum schwachen Glühen erhitzen, wenn wir ihn also einem höheren Wärmegrad aussetzen, wie der ist, in welchem er sich gebildet hat, alsdann eine Bewegung durch seine ganze Masse hindurch eintritt; ohne im Geringsten sein Gewicht zu ändern, bläht er sich blumenkohlartig auf und verwandelt sich in ein Haufwerk von feinen Krystallen, von denen ein jedes die rhomboëdrische Gestalt des gewöhnlichen Kalkspathes besitzt.

Ein Hühnerei erleidet durch den Einfluß einer Temperatur von fünfundsiebenzig Grad eine gänzliche Veränderung in allen seinen Eigenschaften; das flüssige, kaum gelblich gefärbte Eiweiß wird weiß porcellanartig, seine kleinsten Theilchen verlieren alle Beweglichkeit; ohne daß von Außen Etwas hinzutritt oder hinweggenommen wird, sehen wir die merkwürdigste Umwand-

lung: vor dem Erhitzen waren die Eiweißtheile löslich, mischbar in allen Verhältnissen mit Wasser, in Folge der durch die Wärme eingetretenen Bewegung verloren sie diese Fähigkeit, ihre Atome ordneten sich zu einer neuen Gruppe; von dieser neuen Lagerungsweise rühren die veränderten Eigenschaften her. Die in den Eiweißtheilchen thätigen chemischen Kräfte sind die letzte Ursache der neuen Lagerungsweise; in der neu gewonnenen Form äußern sie jetzt gegen die einwirkende störende Ursache, gegen die Wärme nämlich, einen Widerstand, der ihnen ursprünglich fehlte.

In dieser Weise verhalten sich alle organischen Körper; ohne Ausnahme sind alle durch den Einfluß mehr oder minder hoher Hitzgrade veränderlich und zerstörbar; der Widerstand, den ihre Atome, den die in ihnen thätige Kraft der störenden Ursache entgegensetzt, zeigt sich stets in einer neuen Lagerungsweise. Aus einem zusammengesetzten Atom entstehen eine oder zwei oder drei neue Gruppen von Atomen in einer solchen Ordnung, daß sich stets ein Gleichgewichtszustand herstellt. In den neugebildeten Producten ist der Widerstand der chemischen Kraft stärker, wie in dem ursprünglichen Körper, die Summe der Verwandtschaftskraft wird nicht größer, sie wird nur nach einer Richtung hin stärker und intensiver.

Was hier unter der Richtung gemeint ist, wird man sich am besten durch die Betrachtung eines Wasser=

theilchens in der Mitte eines Glases voll Wasser versinnlichen.

Das Wassertheilchen in der Mitte wird von allen Wassertheilchen in seiner unmittelbaren Umgebung angezogen und übt in ganz gleichem Grade eine Anziehung gegen sie aus, nach keiner Seite hin eine stärkere wie nach der andern. Die große Beweglichkeit und Verschiebbarkeit des Wassertheilchens beruht eben darauf, daß sich alle darauf wirkenden anziehenden Kräfte im Zustand des Gleichgewichtes befinden. Die kleinste äußere Kraft reicht hin, um es von seiner Stelle zu bewegen, der geringste Temperaturunterschied, der seine Dichtigkeit vergrößert oder verringert, verursacht einen Wechsel seines Platzes.

Wäre es nach einer Seite hin stärker angezogen wie nach einer andern, so würde es sich nach dieser Richtung hin bewegen, es würde ein gewisses Maaß von Kraft bedürfen, um es von dem Ort der Anziehung loszureißen. Gerade in diesem Zustande befinden sich die Wassertheilchen der Oberfläche des Wassers, sie sind minder beweglich wie die untern, wie durch einen äußern Druck sind sie näher bei einander, dichter, zusammengezogener. Mit einiger Vorsicht läßt sich eine feine Stahlnadel auf der Oberfläche schwimmend erhalten, welche eingetaucht mit Schnelligkeit zu Boden fällt. Dieser stärkere Zusammenhang rührt daher, daß die Wasser-

theilchen der Oberfläche nur nach e i n e r R i ch t u n g h i n angezogen werden und Anziehung äußern; der anziehenden Kraft von unten stellt sich keine Anziehung von darüberliegenden Wassertheilchen als Widerstand entgegen. Um abwärts zu fallen, müssen die Wassertheilchen der Oberfläche der Nadel nothwendig Platz machen, ausweichen, sie müssen von ihrer Stelle geschoben werden, allein sie weichen nicht aus, obwohl die Nadel einen sieben- bis achtmal größeren Druck auf sie ausübt wie ein gleich großes Stückchen Wasser.

In ganz gleicher Weise verhält sich in den chemischen Verbindungen die anziehende Kraft, welche die Bestandtheile zusammenhält. Mit der Anzahl der Elemente, mit der Anzahl der Atome, die zu einer Gruppe vereinigt werden, vervielfältigen sich die Richtungen der anziehenden Kraft; die Stärke der Anziehung nimmt in dem nämlichen Verhältniß, wie die Vielheit der Richtungen ab. Zwei Atome, zu einer Verbindung vereinigt, können sich nur von einer Seite her anziehen, die ganze Summe ihrer anziehenden Kraft äußert sich in dieser einzigen Richtung; tritt ein zweites, ein drittes Atom hinzu, so muß ein Theil von dieser Kraft verwendet werden, um auch diese anzuziehen und festzuhalten. Die natürliche Folge davon ist, daß die Anziehung aller Atome zu einander schwächer wird, daß sie äußern Ursachen, die sie von ihrem Platze zu verschieben streben, einen geringern Widerstand wie vorher entgegensetzen.

Darin liegt der große Unterschied der organischen Körper von den Mineralsubstanzen, daß sie Verbindungen höherer Ordnungen sind; obwohl nur aus drei oder vier, höchstens fünf Elementen bestehend, sind ihre Atome dennoch weit zusammengesetzter. Ein Kochsalz-, ein kleinstes Zinnobertheilchen stellt eine Gruppe von nicht mehr als zwei Atomen dar, ein Zuckeratom hingegen enthält sechsunddreißig, ein kleinstes Olivenöltheilchen enthält mehrere hundert einfache Atome. In dem Kochsalz äußert sich die Affinität nur nach einer, in dem Zuckeratom nach sechsunddreißig verschiedenen Richtungen hin. Ohne daß etwas hinzukommt oder hinweggenommen wird, können wir uns die sechsunddreißig einfachen Atome in dem Zuckeratom auf tausend verschiedene Weisen geordnet denken; mit jeder Aenderung in der Lage eines einzigen von ihnen hört das zusammengesetzte Atom auf, ein Zuckeratom zu sein, denn seine ihm angehörenden Eigenschaften wechseln mit der Art der Lagerung seiner Atome.

Auf die organischen Atome, so wie auf alle Atome höherer Ordnungen müssen Ursachen von Bewegung, von Störung der Verwandtschaft Veränderungen hervorzubringen vermögend sein, welche auf einfacher zusammengesetzte Atome, auf Mineralsubstanzen z. B., ohne allen zersetzenden Einfluß sind.

Von der größeren Zusammengesetztheit und der geringeren Kraft, mit welcher die Elemente der organischen

Körper sich gegenseitig anziehen, hängt ihre leichtere Zersetzbarkeit durch die Wärme z. B. ab; ihre Atome, einmal in Bewegung gesetzt, oder durch die Wirkung der Wärme in größere Entfernung von einander gebracht, ordnen sich zu einfacher zusammengesetzten Atomen, in welchen die anziehende Kraft nach einer geringeren Anzahl von Richtungen hin wirkt, und in welchen sie weiteren Störungen einen desto stärkeren Widerstand entgegensetzt.

Die Mineralien, die anorganischen Verbindungen, sind durch die freie, ungehinderte Wirkung der chemischen Verwandtschaft entstanden, aber die Art und Weise ihres Zusammentretens, ihrer Lagerung war abhängig von äußeren fremden hierbei mitwirkenden Ursachen; diese letzteren waren das Bedingende in Hinsicht auf die Form und ihre Eigenschaften. Wäre die Temperatur während der Verbindung höher oder niedriger gewesen, so würden sie zu ganz andern Gruppen zusammengetreten sein.

In ganz gleicher Weise wie die Wärme bei den anorganischen Verbindungen, ist Wärme, Licht und vorzüglich die Lebenskraft die bedingende Ursache der Form und der Eigenschaften der in den Organismen erzeugten Verbindungen; sie bestimmt die Anzahl der Atome, die sich vereinigten, und die Art und Weise ihrer Lagerung. Wir können einen Alaunkrystall aus seinen Elementen, aus Schwefel, Sauerstoff, Kalium und Aluminium zu-

sammensetzen, weil wir bis zu einer gewissen Grenze frei über ihre chemische Verwandtschaft, sowie über die Wärme und damit über die Ordnung verfügen können; allein ein Zuckertheilchen können wir aus seinen Elementen nicht zusammensetzen, weil zu ihrem Zusammentreten in der dem Zuckeratom eigenthümlichen Form die Lebenskraft mitwirkte, die unserem Willen nicht in gleicher Weise wie Wärme, Licht, Schwerkraft ꝛc. zu Gebote steht. Sind aber die Elemente in dem Organismus einmal zu organischen Atomen zusammengetreten, so gehören sie in die Klasse der übrigen chemischen Verbindungen, wir sind im Stande, die in ihren Atomen thätige Kraft, welche sie zusammenhält, nach mannichfaltigen Richtungen hin zu lenken, zu ändern, zu erhöhen und zu vernichten, wir können aus zwei, drei, vier zusammengesetzten organischen Atomen, indem wir sie mit einander verbinden, Atome höherer Ordnungen hervorbringen, wir können die zusammengesetzteren in einfachere zerfallen machen; aus Holz und Amylon können wir Zucker, aus Zucker können wir Oxalsäure, Milchsäure, Essigsäure, Aldehyd, Alkohol, Ameisensäure, wiewohl keine einzige dieser Verbindungen aus ihren Elementen hervorbringen.

Auf das Zusammentreten der Elemente zu einer chemischen Verbindung hat die Lebenskraft nicht den geringsten Einfluß; kein Element für sich ist fähig, zur

Ernährung, zur Entwicklung einer Pflanze, oder des thierischen Organismus zu dienen. Alle Stoffe, welche Antheil an dem Lebensproceß nehmen, sind niedere Gruppen von einfachen Atomen, die durch den Einfluß der Lebenskraft zu Atomen höherer Ordnungen zusammentreten. Die Form, die Eigenschaften der einfachsten Gruppen von Atomen, bedingt die chemische Kraft unter der Herrschaft der Wärme, die Form und Eigenschaften der höheren, der organisirten Atome bedingt die Lebenskraft.

Fünfzehnter Brief.

Der Kohlenstoff aller Theile und Bestandtheile der Vegetabilien, und durch diese, der Thiere stammt von der Kohlensäure, aller Wasserstoff der stickstofffreien Materien von dem Wasser, der Stickstoff der stickstoffhaltigen von dem Ammoniak her. Ein Kohlensäure-Atom besteht aus einer Gruppe von drei Atomen: einer derselben ist ein Kohlenstoffatom, die beiden andern sind zwei Sauerstoffatome. Kein Bestandtheil einer Pflanze oder eines Thiergebildes enthält auf ein Kohlenstoffatom mehr wie zwei Atome eines andern Elements, die überwiegende Mehrzahl enthält auf ein Kohlenstoffatom weniger wie zwei andere Atome.

Alle Bestandtheile der Organismen sind mehr oder weniger veränderte Kohlensäure-Atome oder Gruppen von Kohlensäure-Atomen; sie sind entstanden in der lebendigen Pflanze unter Mitwirkung des Sonnenlichtes aus der durch die Wurzeln und Blätter aufgesaugten

Kohlensäure, in Folge einer Abscheidung und Ausscheidung ihres Sauerstoffs, an dessen Platz eine gewisse Menge Wasserstoff, oder Stickstoff und Wasserstoff tritt. In der einfachsten Form gedacht ist z. B. der Traubenzucker ein Kohlensäureatom, in welchem an die Stelle von einem Sauerstoffatom ein Wasserstoffatom getreten ist. Der Rohrzucker, das Gummi, das Stärkmehl und die Substanz der Holzzellen (Cellulose) bestehen aus einer Anzahl von Traubenzuckeratomen, von denen sich ein oder mehrere Wasseratome getrennt haben.

Das Chinin, Caffein und die organischen Basen enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers und außer diesen noch eine gewisse Menge Stickstoff. Die höchst zusammengesetzten organischen Materien, wie das in den Pflanzensäften gelöste Pflanzeneiweis und der in den Samen abgelagerte Pflanzenkäsestoff enthalten die vier Bestandtheile der organischen Basen und außerdem in dem Schwefel ein fünftes Element.

Die in den Vegetabilien so verbreiteten organischen Säuren, wie die Oxalsäure (in dem Sauerklee), die Aepfelsäure (in den meisten Früchten,) die Citronsäure, stehen zu einander und zu der Kohlensäure in einer ähnlichen einfachen Beziehung, wie der Traubenzucker. Durch Austreten von einem Sauerstoffatom aus zwei Kohlensäureatomen entsteht die Oxalsäure, und aus zwei Oxal-

säureatomen, durch Eintreten von zwei Wasserstoffatomen, unter Ausscheidung von zwei Sauerstoffatomen, die Aepfelsäure. Wir haben allen Grund zu glauben, daß aus diesen Säuren der Zucker, das Gummi, die Holzfaser entsteht, daß es die einzelnen Glieder einer Reihe sind, welche den Uebergang des Kohlensäureatoms in Zucker und in die höheren organischen Atome vermittlen; der Zucker enthält die Elemente des Wassers genau in dem Verhältniß wie im Wasser, die genannten Säuren enthalten außer den Elementen des Wassers eine gewisse Menge überschüssigen Sauerstoff; durch weiteres Hinzutreten von Wasserstoff, mit oder ohne Ausscheidung von Sauerstoff, können alle diese Säuren in Zucker übergehen. In demselben Grade, als die aus der Kohlensäure gebildeten Produkte in ihrer Zusammensetzung von dem Kohlensäureatom abweichen, nehmen sie neue Eigenschaften an. Die organischen Säuren besitzen noch den chemischen Character der Kohlensäure, in dem Stärkmehl, der Holzfaser ist dieser völlig verschwunden. Die kleinsten Theilchen der Oxalsäure, Weinsäure, Aepfelsäure, Citronsäure, des Zuckers lagern sich, indem sie krystallisiren, in Richtungen, welche durch eine unorganische Kraft bedingt sind, aber in der Bildung des Stärkmehls, des Zellstoffs wirkte eine fremde Ursache mit, welche der Kohäsionskraft entgegentrat und die Richtung ihrer Anziehung änderte; die höheren organischen Atome sind nicht mehr

durch grade Linien und ebene Flächen, sondern durch krumme Linien begrenzt. Ueber die Entstehung und Bildung der höheren organischen Verbindungen haben die neueren Untersuchungen der organischen Chemie Licht verbreitet. Man hat eine ganze Reihe von Körpern entdeckt, welche aus zwei einfachen organischen Verbindungen entstanden, den chemischen Character des einen Bestandtheils vollständig beibehalten haben, ganz gegen die Verbindungs-Gesetze der anorganischen Chemie, aus denen wir zu folgern gewöhnt waren, daß die Eigenschaften der Bestandtheile in den Eigenschaften ihrer Verbindung aufgehen.

Die Ameisensäure und das Bittermandelöl sind Jedermann bekannt; beide verbinden sich miteinander zu der Mandelsäure, welche in ihrem Verhalten als Säure ganz vollkommen der Ameisensäure gleicht, ohne irgend eine Eigenschaft des Bittermandelöls zu besitzen. Die Ameisensäure behielt, das Bittermandelöl verlor in der Mandelsäure seinen chemischen Charakter. Diese, sowie die ganze Klasse der ihr ähnlichen Verbindungen spielen, obwohl aus zwei zusammengesetzten Körpern entstanden, ganz die Rolle von einfachen organischen Verbindungen d. h. von solchen, die wir nicht in einfachere zerlegen und wieder zusammensetzen können. Um sie von andern zu unterscheiden, hat man ihnen den Namen gepaarte Verbindungen und dem Bestandtheil, dessen Ei-

genschaften verschwinden, den Namen **Paarling** gegeben. In diesem Sinne ist Bittermandelöl der Paarling der Mandelsäure. Aehnlich wie diese, denkt man sich alle oder die meisten höheren organischen Verbindungen entstanden, und man rechnet das Albumin, den Käsestoff, die organischen Basen zu den gepaarten Verbindungen, was sie gewiß sind, obwohl man mit einiger Sicherheit die Paarlinge nicht kennt oder zu bezeichnen weiß.

Wir können durch Paarung von Stickstoffverbindungen, von Blausäure oder Ammoniak mit stickstofffreien und stickstoffhaltigen Körpern, Verbindungen erzeugen, welche alle Eigenschaften der in der Natur vorkommenden stickstoffhaltigen Säuren und Farbstoffe besitzen. Das in den Spargeln und Keimen der Leguminosen und vieler anderer Pflanzen vorkommende Asparagin, stellt äpfelsaures Ammoniak dar, von dem sich die Elemente des Wassers getrennt haben; wir sind im Stande, aus Aepfelsäure und Ammoniak, die aus dem Asparagin entspringende Asparaginsäure darzustellen. Durch Aufnahme von Ammoniak in die Elemente des farblosen krystallisirten Orcins entsteht bei Gegenwart von Sauerstoff das prachtvoll rothe Orcein. Die bewunderswürdigen Untersuchungen von **Wurtz** und **Hofmann** haben gezeigt, daß jeder einzelne von den in dem Ammoniak enthaltenen Wasserstoffatomen ausscheidbar und

vertretbar ist durch zusammengesetzte organische Atome, daß in dieser Weise Verbindungen gebildet werden, in welchen das Ammoniak seinen chemischen Character vollkommen behält. Das Ammoniak neutralisirt die Säuren und bildet damit Salze; die durch Vertretung seines Wasserstoffs entstehenden Körper sind organische Basen, ganz ähnlich in ihrem chemischen Verhalten dem Chinin und Morphin.

Die allgemeinsten Erfahrungen geben zu erkennen, daß alle organischen Wesen nach ihrem Tode eine Veränderung erleiden, in deren Folge ihre Leiber von der Oberfläche der Erde allmälig verschwinden; von dem stärksten Baum ist nach seiner Fällung, in Folge der Einwirkung der Atmosphäre in 36—40 Jahren, nur die Rinde übrig; Blätter, junge Zweige, das Stroh, welches den Feldern als Dünger zugeführt wird, saftreiche Früchte verschwinden weit schneller; in noch kürzerer Zeit verlieren Theile von Thieren ihren Zusammenhang, sie verflüchtigen sich in der Luft, ohne etwas anderes als die unorganischen Elemente zu hinterlassen, welche von der Erde stammen.

Dieser große Naturproceß der Auflösung aller in den Organismen entstandenen Verbindungen tritt sogleich nach dem Tode ein, wenn die mannigfaltigen Ursachen nicht mehr thätig sind, unter deren Herrschaft sie gebildet wurden; die in dem Leibe der Pflanzen und

Thiere erzeugten Stoffe erleiden in der Atmosphäre und unter dem Einfluß des Wassers eine Reihe von Veränderungen, deren letzte die Ueberführung ihres Kohlenstoffs in Kohlensäure, ihres Wasserstoffs in Wasser, ihres Stickstoffs in Ammoniak, des Schwefels in Schwefelsäure ist. Durch die nach dem Tode eintretenden Processe nehmen ihre Elemente ihre ursprüngliche Form wieder an, in der sie einer neuen Generation als Nahrungsmittel dienen können; die aus der Luft stammen, kehren in die Atmosphäre, die, welche die Erde lieferte, kehren zur Erde zurück. Der Tod, die Auflösung einer untergegangenen Generation ist die Quelle des Lebens für eine neue. Dasselbe Kohlenstoffatom, welches als Bestandtheil der Muskelfaser in dem Herzen eines Menschen das Blut durch dessen Adern treibt, es war vielleicht ein Bestandtheil des Herzens einer seiner Vorfahren, das Stickstoffatom in unserm Gehirn, es war vielleicht ein Bestandtheil des Gehirns eines Aegypters, eines Negers. So wie der Geist der Menschen der gegenwärtigen Generation aus den Erzeugnissen der geistigen Thätigkeit der Vorwelt, die zu seiner Entwicklung und Ausbildung dienende Nahrung schöpft, so können die Elemente der Leiber einer vorangegangenen Generation übergehen und zu Bestandtheilen unseres eigenen lebendigen Leibes werden.

Die nächste Ursache der nach dem Tode der Orga=

nismen eintretenden Veränderungen ist die Wirkung, welche der Sauerstoff der Luft auf manche ihrer Bestandtheile ausübt. Diese Wirkung ist bedingt durch eine gewisse Temperatur und findet nur bei Gegenwart von Wasser statt. Die Frostkälte oder die Siedhitze heben diese Processe auf.

Sehr deutlich sieht man den Einfluß des Sauerstoffs der Luft an Früchten und weichen Pflanzentheilen, wenn durch Verletzung ihrer Oberfläche, der Saft mit Luft in Berührung kommt. An einem Apfel, der durch einen Stoß gequetscht wird, beginnt von der verletzten Stelle aus ein Zersetzungsproceß, es entsteht ein brauner Fleck, der in einem regelmäßig concentrischen Kreise zunimmt, bis zuletzt der ganze Apfel morsch wird und in eine braune, weiche, schmierige Masse sich verwandelt hat. Der Saft einer Weintraube, durch die äußere Schale vor der Berührung mit der Luft geschützt, erleidet kaum eine merkliche Veränderung, die Traube trocknet allmälig zur Rosine aus, die kleinste Verletzung der Hülle reicht hin, um in kurzer Zeit die Beschaffenheit des Saftes zu ändern. Zerschneiden wir eine Kartoffel, eine Runkelrübe, so färbt sich nach wenigen Minuten die weiße Schnittfläche braun.

Ganz ähnlich wie die Pflanzensäfte verhalten sich die thierischen Flüssigkeiten; die Milch in dem Euter der Kuh, der Harn in der Harnblase erleiden im gesunden

Zustande keinen Wechsel in ihren Eigenschaften, aber mit der Luft in Berührung, gerinnt die Milch und wird sauer, es scheidet sich der Käsestoff ohne alle Gasentwickelung in Gestalt einer gallertartigen Masse ab; der saure Harn wird alkalisch und entwickelt, nach einiger Zeit mit einer Säure versetzt, unter Aufbraußen kohlensaures Gas.

In gleicher Weise stellt sich in den Leibern der Menschen und Thiere, nach ihrem Tode, ein Zersetzungsproceß ein, welcher in dem Innern des Körpers an den Stellen zuerst und vorzugsweise beginnt, die wie die Lunge z. B. sich unmittelbar in Berührung mit der Luft befanden; bei Verwundungen verbreitet er sich an der Wunde, in Krankheiten von dem kranken Orte aus, so zwar, daß der Tod in vielen Fällen nichts anderes als die Folge eines an einem innern Theile vor sich gehenden Zersetzungsprocesses ist; mit der Krankheit, deren nächste Ursache derselbe ist, beginnt dieser Proceß und dauert nach dem Tode fort.

Das bemerkenswertheste in diesen Erscheinungen ist ohnstreitig, daß in vielen Fällen, die in den organischen Stoffen eingetretene Veränderung fortdauert, wenn nach vorübergehender Berührung mit der Luft der Sauerstoff völlig abgeschlossen wird. Der Most fährt auch in verschlossenen Gefäßen fort zu gähren, der gährende Wein zersprengt häufig in der Champagnerfabrikation

die stärksten Flaschen; die Milch gerinnt auch in zugeschmolzenen Gefäßen und wird sauer.

Es ist offenbar, daß durch die Berührung dieser organischen Stoffe mit dem Sauerstoff der Luft ein Proceß beginnt, in dessen Verlauf ihre Bestandtheile eine gänzliche Umänderung ihrer Eigenschaften erfahren. Dieser Wechsel der Eigenschaften ist eine Folge einer Aenderung in ihrer Zusammensetzung. Vor der Berührung mit dem Sauerstoff, befinden sich ihre Bestandtheile neben einander gelagert, ohne eine Wirkung auf einander auszuüben; durch den Sauerstoff, wurde in einem kleinen Theilchen derselben der Zustand der Ruhe oder des Gleichgewichtes der Anziehung, welche ihre Elemente zusammenhält, gestört, und in Folge dieser Störung trat eine Spaltung, eine neue Ordnung zwischen diesen Elementen ein.

Die Fortdauer dieser Processe, auch wenn der Sauerstoff, die ursprüngliche Bedingung zu ihrer Entstehung nicht mehr mitwirkt, zeigt aufs klarste, daß der Zustand der Umsetzung, welcher in den Elementen eines kleinen Theilchens eingetreten ist, einen Einfluß ausübt auf die übrigen Theilchen, welche mit dem Sauerstoff der Luft nicht in Berührung gekommen waren, denn nicht blos die ersten, sondern auch alle andern erleiden allmälig dieselbe Zersetzung.

Ein jeder Zersetzungsproceß, der in einem Theil

eines organischen Körpers durch eine äußere Ursache beginnt, und der sich mit oder ohne deren weitere Mitwirkung durch seine ganze Masse verbreitet, hat den Namen Fäulnißproceß erhalten. Eine der Fäulniß fähige Materie unterscheidet sich demnach von einer der Fäulniß unfähigen, insofern als die erstere, ohne andere Bedingungen, als eine angemessene Temperatur und die Gegenwart von Wasser, in eine Reihe von neuen Produkten zerfällt, während die andere für sich unter denselben Umständen keine Veränderung erfährt.

Die Anzahl der in der Natur vorkommenden, nach dieser Begriffsbestimmung, fäulnißfähigen Substanzen ist außerordentlich klein, aber sie sind überall verbreitet, sie machen Bestandtheile aller organischen Wesen aus. Vor allen andern gehören hierzu die höchstzusammengesetzten Stoffe des Thier- und Pflanzenreiches, welche Stickstoff und Schwefel enthalten.

Der Harnstoff, der Zucker, Milchzucker, das Asparagin, Amygdalin, die verschiedenen organischen Säuren erleiden unter denselben Verhältnissen, im reinen Zustande, keine wahrnehmbare Veränderung; Zuckerwasser oder eine Milchzuckerlösung der Luft bei gelinder Wärme ausgesetzt, trocknen aus, die gelösten Stoffe scheiden sich in Krystallen ab, ohne irgend eine ihrer Eigenschaften verloren zu haben.

Die Untersuchung der Pflanzensäfte und der thieri-

rischen Flüssigkeiten, z. B. der Milch und Galle, des Traubensaftes, des Harns rc. zeigt, daß sich darin zweierlei Stoffe von ganz verschiedener Natur und Zusammensetzung befinden, ein Stoff, welcher der Fäulniß fähig ist, und neben diesem ein anderer, oder andere, welche für sich einer ähnlichen Selbstzersetzung vollkommen unfähig sind; wenn diese Flüssigkeiten sich selbst überlassen in Zersetzung übergehen, so tritt die merkwürdige Erscheinung ein, daß beide, der fäulnißfähige sowohl, wie der für sich der Fäulniß unfähige Stoff gleichzeitig verschwinden, indem sie in neue Produkte zerfallen; der letztere würde sich ohne den erstern unverändert erhalten haben.

Läßt man einen der Fäulniß fähigen Stoff in Fäulniß übergehen, Kässtoff z. B. oder Fibrin, Blut oder thierischen Schleim und setzt man demselben in diesem Zustande Zuckerwasser, Milchzucker, Harnstoff rc. zu, so gehen diese in Gährung d. h. in Zersetzung über.

Es ist aus diesen Erscheinungen offenbar, daß fäulnißfähige Substanzen im Zustande der Fäulniß, in Berührung gebracht mit einer großen Anzahl stickstofffreier und stickstoffhaltiger Stoffe, die für sich der Fäulniß unfähig sind, eine Aenderung in der Zusammensetzung dieser letzteren bewirken. Man wird jetzt den Unterschied von Fäulniß und Gährung leicht verständlich finden.

Alle der Fäulniß unfähigen Materien heißen gährungsfähig, wenn sie die Eigenschaft besitzen, in Berührung mit faulenden Stoffen eine Zersetzung zu erleiden; der Proceß ihrer Zersetzung heißt jetzt Gährung; der faulende Körper, durch welchen derselbe bedingt ist, empfängt jetzt den Namen Ferment.

Alle der Fäulniß fähigen Materien werden im Zustand der Fäulniß zu Fermenten, d. h. sie erlangen in diesem Zustande das Vermögen, irgend einen der Gährung fähigen Körper in Gährung überzuführen und diese Wirkung behält das Ferment, bis dessen Fäulniß vollendet ist.

Die Veränderungen, welche gährende Materien erleiden, beruhen auf einem Auseinanderfallen eines sehr zusammengesetzten Atoms in zwei oder mehrere einfacher zusammengesetzte Atome; die in dem Zuckeratom enthaltenen 36 einfache Atome, spalten sich, in vier Kohlensäureatome, welche zwölf, und in zwei Alkoholatome, welche vierundzwanzig einfache Atome enthalten. Der in der süßen Milch enthaltene Milchzucker verwandelt sich beim Sauerwerden derselben in zwei Milchsäureatome, worin die nämliche Anzahl von Elementen, wie in einem Milchzuckeratom sich befindet.

Da den Milchzuckeratomen, welche in Milchsäureatome übergegangen sind, kein fremdes Element hinzugekommen und keines ihrer Elemente ausgetreten ist, so

ist ganz gewiß, daß die eingetretene Umwandlung in den Eigenschaften des Milchzuckeratomes auf einem Wechsel in der Lage oder des Ortes seiner Atome beruht, in dem Milchsäureatom sind sie auf eine andere Weise geordnet enthalten. Durch die Ursache, welche die Verwandlung bewirkte, wurden offenbar die Atome des Milchzuckers in Bewegung gesetzt, denn um sich in andern Richtungen zu lagern, mußten sie sich in Bewegung befinden.

Die faulenden Substanzen üben eine Wirkung auf zusammengesetzte organische Atome aus, welche für sich der Fäulniß nicht fähig sind; es ist gewiß, daß ihre Wirkung abhängig ist von einem gewissen Zustande in welchem sich ihre Elemente befinden; es ist ferner gewiß, daß dieser Zustand ein Ortswechsel, oder eine Spaltung der Elementartheilchen des faulenden Körpers ist, und eben so unleugbar, daß durch ihre Berührung mit gährungsfähigen Materien, auch deren Elemente sich in neuen Richtungen lagern und es folgt hieraus von selbst, daß die Atome gährungsfähiger Substanzen sich bei Berührung mit faulenden verhalten, wie wenn ihre Elementartheile, Theile und Bestandtheile der faulenden wären. An der in den Atomen des Ferments eingetretenen Bewegung nehmen die Atome des gährungsfähigen Körpers Antheil, der eingetretene Ortswechsel des ersteren verursacht, daß auch die Kohlenstoff-, Wasserstoff-

und Sauerstoffatome des nicht fäulnißfähigen ihren Ort und ihre Lage wechseln.

Es erklärt sich hieraus von selbst, warum diese Processe einen Anfang, eine gewisse Dauer und ein Ende haben, worin sie sich von den gewöhnlichen chemischen Processen so sehr unterscheiden. Wenn wir Schwefelsäure zu einem Barytsalz bringen, so tritt sogleich an allen Stellen, wo die Schwefelsäure mit dem Baryt zusammentrifft, die Zersetzung ein; der Anfang ist zugleich das Ende der Zersetzung, in dem schwefelsauren Baryt verlieren dessen Bestandtheile alle weitere Wirkung.

Der in Fäulniß übergehende Körper durchlauft abe eine ganze Reihe von Veränderungen; in einem jeden Stadium derselben übt er eine gewisse Wirkung aus. Wenn in den Zuckertheilchen des Traubensaftes oder der Bierwürze eine Umlagerung und Spaltung seiner Elemente vor sich gegangen ist, so hört deren weitere Veränderung auf, aber in dem veränderten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheil, welcher sich in der Form von Hefe abgeschieden hat, dauert sie noch fort; wird die Hefe aus der gegohrenen Flüssigkeit herausgenommen, und mit frischem Zuckerwasser in Berührung gebracht, so erleidet eine Anzahl von Zuckertheilchen eine gleiche Umsetzung, wie die in dem Traubensafte oder der Bierwürze vorhandenen, und diese Wirkung behält die Hefe, bis in ihren Elementen die Spaltung vollendet und ein Ruhezustand eingetreten ist. Wenn über diesen Zeit-

punkt hinaus noch Zuckertheile übrig sind, so bleiben sie unzersetzt. Nach der Menge des vorhandenen Ferments, richtet sich die Zeit der Zersetzung, durch eine doppelte oder dreifache Menge Ferment wird die Zeit verkürzt, oder es wird eine größere Menge des gährungsfähigen Stoffes zersetzt.

Wenn man ein Gefäß mit Zuckerwasser durch eine Scheidewand von Filtrirpapier, welche leicht durchdringlich für die gelösten Zuckertheilchen ist, aber die Hefenkügelchen nicht durchläßt, in zwei Theile trennt und den einen Theil mit Bierhefe versetzt, so findet nur in diesem die Gährung statt, nur da, wo sich Zuckertheilchen und Hefentheilchen berühren, tritt die Spaltung der ersteren in Alkohol und Kohlensäure ein.

Die Wirkung der Fermente auf gährungsfähige Stoffe, ist der Wirkung der Wärme auf organische Substanzen ähnlich; die Zersetzung derselben in höheren Temperaturen ist stets die Folge eines Wechsels in der Lage ihrer Elementartheilchen; die Wärme verursacht eine Ausdehnung, eine Raumvermehrung; im Anfang wirkt sie auf den Zusammenhang der Atome in den Gruppen ein; beim Erhitzen eines Zuckerkrystalls entfernen sich die Zuckeratome, in höherer Temperatur die Elemente der Zuckeratome von einander. Durch die Wärme wird das vorhandene Gleichgewicht in der Anziehung der Atome gestört, der flüssige und Gaszustand sind neue Gleichgewichtszustände zwischen der Wärme und

Kohäsionskraft. In höheren Hitzgraden zersetzen sich die organischen Materien, die in einer gegebenen Temperatur entstehenden Produkte sind unveränderlich bei dieser Temperatur, aber veränderlich in einer höheren. Einem bestimmbaren Temperaturgrade entspricht ein besonderer Gleichgewichtszustand zwischen der Wärme und der chemischen Kraft, welche die Elemente der organischen Atome zusammenhält.

Wir können ein Stück Zucker, auch wenn wir es noch so fein reiben, nicht flüssig machen, noch viel weniger können wir durch eine mechanische Gewalt einen Zuckeratom zersetzen, einen Kohlenstoff- oder Wasserstoffatom davon losreißen. Wir können in einer Zuckerlösung, durch Schütteln, Zuckeratome und Wasseratome neben einander hin und her bewegen, aber die Elemente derselben wechseln damit ihren Platz nicht.

In der Fäulniß und Gährung wechseln nicht die Atomgruppen, sondern die Atome in den Gruppen ihren Ort, und es ist diese innere Bewegung, in faulenden Körpern, welche einen Ortswechsel der Atome in gährungsfähigen Körpern hervorruft, wenn die Kraft, welche ihre Elemente zusammenhält, kleiner ist, als die auf sie einwirkende Thätigkeit, die sie zu ändern strebt.

Der Einfluß der Temperatur auf die in der Gährung entstehenden Produkte ist höchst merkwürdig. Der an Zucker reiche Saft der gelben Rüben, Runkelrüben, Zwiebeln in gewöhnlicher Temperatur der

Gährung überlassen, liefert dieselben Produkte, wie der Traubensaft; in einer höheren Temperatur ändert sich der ganze Umsetzungsproceß. Man nimmt eine weit schwächere Gasentwicklung wahr, es entsteht kein Alkohol. Untersucht man zu Ende der Gährung die Flüssigkeit, so findet sich kein Zucker mehr vor; aus seinen Elementen ist eine reichliche Menge Milchsäure, neben derselben ein dem arabischen Gummi ganz gleicher Körper und überdies als das merkwürdigste Produkt eine leicht kristallisirbare Substanz gebildet worden, welche in Eigenschaften und Zusammensetzung identisch, mit dem Hauptbestandtheil der Manna ist.

Alkohol und Kohlensäure sind die Produkte der Umsetzung der Zuckeratome in gewöhnlicher, Kohlensäure, Wasserstoff, Mannit, Milchsäure, Gummi sind Produkte seiner Gährung in höherer Temperatur. Die Gährungsweise des Milchzuckers in der Milch, bei seinem Uebergang in Milchsäure findet vorzugsweise in gewöhnlicher Temperatur statt; bei 24 bis 36 Grad nimmt der Käse in der Milch die Eigenschaften der gewöhnlichen Hefe an und es stellen sich in dieser höheren Temperatur in dem Milchzucker zwei auf einander folgende Umsetzungsprocesse ein; er verwandelt sich zuerst in Traubenzucker, und nachdem dieß vor sich gegangen ist, zerfällt dieser in Berührung mit dem Käse in Alkohol und Kohlensäure.

In gewöhnlicher Temperatur gährt die Milch ohne Gasentwicklung und es bildet sich Milchsäure, in höherer Temperatur erhält man daraus in Folge des geänderten Gährungsprozesses eine alkoholhaltige Flüssigkeit, welche bei der Destillation einen wahren Branntwein liefert.

Es ist einleuchtend, daß nur solche Substanzen gährungsfähig sind, in welchen die Elemente leicht beweglich und nur von einer schwachen Kraft zusammengehalten sind, und wenn in der That durch den Ortswechsel der Elementartheilchen des Fermentes, ein Ortswechsel der sie berührenden Atome eines zweiten Körpers verursacht war, so ist es sicher, daß die Atome des letzteren, der auf sie einwirkenden Bewegung einen Widerstand entgegensetzen, welcher überwunden werden muß, wenn sie sich bewegen sollen. Dieser Widerstand, auch noch so klein gedacht, wirkt wie eine Kraft, welche rückwärts einen Einfluß auf die Atome des Ferments äußern muß, wodurch der in ihnen vor sich gehende Ortswechsel geändert werden muß. Ein faulender Körper muß demnach in Berührung mit einem gährungsfähigen, den er in Gährung versetzt, andere Produkte liefern, als wenn er für sich allein fault. Man bemerkt in der That, daß, wenn zu faulendem thierischen Käse, oder Blut, Zuckerwasser zugesetzt wird, mit dem Beginne der Gährung die Bildung derjenigen Produkte, denen der stinkende Geruch angehört, abnimmt, so daß diese im Verlauf der

Gährung völlig verschwinden. Es ist ferner verständlich, daß ein gährungsfähiger Körper aufhören muß gährungsfähig zu sein, wenn der Widerstand, den seine kleinsten Theilchen der Wirkung des Ferments entgegensetzen, erhöht, oder wenn die Kraft, welche die Elemente des Ferments zu einer Gruppe zusammenhält, verstärkt wird. Es gibt in der That eine Menge Körper, welche der Fäulniß und Gährung entgegenwirken, und den Verlauf des Processes hindern und hemmen, und ihre merkwürdige Wirkung ist sehr häufig dadurch bedingt, daß sie mit dem Ferment eine chemische Verbindung eingehen. Durch das Hinzutreten eines Körpers, welcher Verwandtschaft zu dem Fermente besitzt, wird offenbar das Beharren seiner Elementartheilchen in ihrer ursprünglichen Lagerung verstärkt, denn zu der Kraft, welche sie in der Gruppe zusammenhält, kommt in dem zweiten Körper, mit dem sich das Ferment verbindet, eine neue Anziehung hinzu, welche überwunden werden muß, wenn dessen Elemente ihre Lage ändern oder wechseln sollen.

Zu diesen die Fäulniß und Gährung aufhebenden oder fäulnißwidrigen Materien gehören alle Substanzen, welche auf das Ferment eine chemische Wirkung ausüben, Alkalien, Mineralsäuren, Pflanzensäuren im concentrirten Zustande, flüchtige Oele, Alkohol, Kochsalz; vor allen wirksam sind schweflige Säure, Metall-, namentlich Quecksilbersalze, welche mit den Fermenten oder

faulenden Stoffen, eine chemische Verbindung eingehen. Arsenige Säure hindert die Fäulniß des Blutes und die gewöhnliche Zuckergährung nicht, aber die Fäulniß der Haut und leimgebenden Gewebe wird durch ihre Gegenwart vollständig unterdrückt.

Viele organische Säuren werden in der Form von Kalksalzen gährungsfähig, welche es für sich nicht sind. Der gewöhnliche äpfelsaure Kalk gährt, mit Bierhefe versetzt, ebenso leicht wie Zuckerwasser; es entwickelt sich in niedriger Temperatur reine Kohlensäure und das äpfelsaure Kalksalz zerfällt in bernsteinsauren, essigsauren und kohlensauren Kalk; in höherer Temperatur entwickelt sich Wasserstoffgas und es bildet sich aus der Aepfelsäure eine große Menge Buttersäure.

Der milchsaure Kalk liefert, mit faulem Käse in Berührung, Kohlensäure, Wasserstoffgas, Buttersäure und Mannit.

Der weinsaure Kalk liefert Kohlensäure, Metacetonsäure und Essigsäure.

Durch die Neutralisation dieser Säuren mit Kalk, wird ihre chemische Aktion auf das Ferment beseitigt und es behält die Flüssigkeit während des Zersetzungsproceßes ihre Neutralität bei, weil der durch die Bildung einer organischen Säure einer höheren Ordnung oder von geringerem Sättigungsvermögen freiwerdende Kalk, als kohlensaurer Kalk unauflöslich niederfällt.

Die in dem Traubensaft und in den Pflanzensäften vorhandenen Gährungsvermittler sind ohne Ausnahme solche Materien, die eine mit dem Blute oder dem Käsestoff der Milch gleiche Zusammensetzung besitzen. Die Erzeugung dieser Blutbestandtheile in den Pflanzen, in der Weinrebe z. B. kann erhöht und gesteigert werden durch thierischen Dünger. Der Kuhmist (Kuhharn) ist reich an kohlensauren Alkalien, welche auf die Vermehrung der Zuckergehalte Einfluß haben. Die Menschenexcremente enthalten dagegen nur phosphorsaure Alkalien, sie wirken besonders günstig auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, oder, wenn man will, der Gährungserreger in den Pflanzen ein.

Man sieht leicht, daß wir durch die Cultur selbst, durch eine zweckmäßige Wahl des Düngers den entschiedensten Einfluß auf die Qualität des Saftes ausüben können. Wir verbessern rationell den an Blutbestandtheilen reichen Most durch Zusatz von Zucker, der, was hier ganz gleichgültig ist, in dem Organismus einer andern Pflanze erzeugt worden ist, oder wir setzen dem ausgepreßten Saft unserer unreifen Weintrauben, die getrockneten reifen Weintrauben südlicher Climate zu. In wissenschaftlichem Sinne sind dies wahre Verbesserungen, die in keiner Weise etwas Verfängliches an sich tragen.

Aenderungen in der Natur der Produkte finden in jeder Gährung statt, theils veranlaßt durch einen Wechsel

der Temperatur, theils durch Gegenwart anderer Materien, die in den Proceß der Umsetzung mit hereingezogen werden. So erhält man aus dem nämlichen Traubensafte, wenn er in verschiedenen Temperaturen gährt, Weine von ungleicher Güte und Beschaffenheit, je nachdem die Lufttemperatur im Herbste hoch oder niedrig ist; je nach der Tiefe des Kellers und seiner Temperatur während der Gährung, wechselt die Qualität, der Geruch und Geschmack des Weines. Eine ganz constante Temperatur des Gährungslokals und eine nicht stürmisch, sondern allmählig verlaufende Gährung sind die vorzüglichsten, von den Menschen abhängigen Bedingungen zur Erzielung eines edlen Weines. Nicht lange wird es dauern, und man wird bei der Weingährung den für die Fabrikation edlerer Biersorten so geeigneten tiefen Felsenkellern vor allen andern den Vorzug geben; ihr Nutzen beruht hauptsächlich auf ihrer constanten Temperatur.

Der Einfluß, den fremde Substanzen auf die Producte der Weingährung ausüben, ist ganz besonders in die Augen fallend in der Gährung der Kartoffelmaische. Bekanntlich erhält man daraus durch Destillation neben dem Alkohol (Branntwein) eine ölige Flüssigkeit von giftigen Eigenschaften und höchst ekelhaftem Geruch und Geschmack.

Dieses sogenannte Fuselöl ist nicht fertig gebildet in

den Kartoffeln, es ist ein Produkt der Umsetzung des Zuckers, denn man erhält es nicht allein aus der gegohrnen Kartoffel- und Getraidemaische, sondern auch in der Gährung der letzten Syrupe von der Darstellung des Runkelrübenzuckers.

Das Fuselöl, welches seinen chemischen Eigenschaften nach mit dem Alkohol in eine Klasse gehört, ist Alkohol, von welchem sich die Elemente von Wasser getrennt haben. Zwei Fuselölatome entstehen durch Zusammentreten von fünf Alkoholatomen unter Abscheidung von sechs Wasseratomen.

Die Bildung des Fuselöls, von dem man jetzt in den Spiritusfabriken so große Mengen als Nebenproduct gewinnt, daß man es zum Beleuchten der Lokale benutzt, findet in gährenden Flüssigkeiten niemals statt, wenn diese Weinsäure oder Weinstein, Citronensäure oder gewisse bittere Substanzen (Hopfenbitter) enthalten; es erzeugt sich vorzüglich nur in alkalischen und neutralen Flüssigkeiten, oder in solchen, welche Essig- oder Milchsäure enthalten, und kann durch Zusatz von Weinstein zum großen Theil verhütet werden.

Der Geruch und Geschmack der Weine rührt stets von besonderen Verbindungen her, die sich in der Gährung erzeugen; die alten Rheinweine enthalten Essigäther, manche davon in kleinen Quantitäten Buttersäureäther, der ihnen einen, dem alten Jamaika-Rum

ähnlichen, angenehmen Geruch und Geschmack ertheilt. Alle enthalten Oenanthsäure-Aether, von dessen Vorhandensein der Weingeruch herrührt. Diese Verbindungen entstehen theils in der Gährung selbst, theils beim Lagern des Weines, durch die Einwirkung der vorhandenen Säuren auf den Alkohol des Weines. Die Oenanthsäure scheint in der Gährung gebildet zu werden, sie ist bis jetzt wenigstens in den Weintrauben nicht aufgefunden worden. Die in dem gährenden Safte vorhandenen freien Säuren nehmen den entschiedensten Antheil an der Entstehung dieser aromatischen Materien; die Weine südlicher Gegenden, welche aus ganz reifen Trauben gewonnen werden, enthalten Weinstein, aber keine freien, organischen Säuren, sie haben kaum den eigenthümlichen Weingeruch und halten, in Hinsicht auf Bouquet oder Blume, mit den edlen französischen Weinen oder mit den Rheinweinen keinen Vergleich aus.

Sechszehnter Brief.

Die Eigenschaften des gewöhnlichen thierischen Käses, der Einfluß, den seine kleinsten Theilchen, wenn sie sich im Zustande der Zersetzung und Umsetzung befinden, auf die ihnen zunächst liegenden Zuckertheile ausüben, sind merkwürdig genug, sie werden aber darin weit übertroffen durch den vegetabilischen Käse in der Mandelmilch. Es ist Jedermann bekannt, daß süße Mandeln, zu einem feinen Brei gestoßen und mit etwa dem vier- bis sechsfachen Gewicht Wasser angerührt, eine Flüssigkeit geben, welche in ihren äußeren Eigenschaften die größte Aehnlichkeit mit einer sehr fetten Kuhmilch hat. Wie bei dieser wird das milchähnliche Ansehen von fein zertheilten Oel- oder Fetttheilchen hervorgebracht, die sich in der Ruhe auf der Oberfläche in Gestalt eines Rahms ablagern; wie die Thiermilch gerinnt sie beim Zusatz von Essig, und wird von selbst sauer, wenn sie längere Zeit stehen bleibt. Diese Mandelmilch enthält eine dem thierischen Käse in seinen Eigenschaften ganz

gleiche Substanz von ebenso großer Veränderlichkeit. Der Thierkäse erleidet von dem Augenblicke an, wo die Milch den Euter der Kuh verläßt, eine fortschreitende Veränderung, die freilich erst nach längerer Zeit in dem Gerinnen sichtbar wird; in ganz gleicher Weise erfolgt eine Umsetzung in den Elementen des Pflanzenkäses, sobald die süßen Mandeln in den Zustand der Mandelmilch versetzt worden sind. Der Pflanzenkäse der Mandeln enthält, wie der Thierkäse, Schwefel, aber ein größeres Verhältniß Stickstoff, woher es denn kommen mag, daß der Thierkäse nicht in allen Stücken als Gährungsmittel dieselbe Wirkung hat. In Beziehung auf die Gährung des Zuckers haben übrigens beide einerlei Eigenschaften. Setzt man einer Auflösung von Traubenzucker (welcher identisch mit dem Stärkezucker oder dem festen Bestandtheil des Bienenhonigs ist) Mandelmilch oder durch kaltes Pressen vom fetten Oel befreite Mandelkleie hinzu, so geräth, an einem warmen Orte stehend, die Flüssigkeit sehr bald in lebhafte Weingährung; man erhält daraus durch Destillation einen eigenthümlich, wiewohl höchst angenehm schmeckenden Branntwein. Diese Wirkung besitzt der Thierkäse auch, aber der Pflanzenkäse der Mandelmilch bringt in einer Menge von organischen Verbindungen, im Salicin und Amygdalin z. B., Zersetzungen und Umsetzungen hervor, welche der thierische Käse nicht bewirkt.

Das Salicin ist der Bestandtheil der Weidenrinde, welcher ihr den bekannten stark bitteren Geschmack und die Eigenschaft ertheilt, beim Betröpfeln mit concentrirter Schwefelsäure eine carminrothe Farbe anzunehmen; er ist durch Wasser leicht ausziehbar; im reinsten Zustande stellt er blendend weiße, feine, lange, seidenartig verwebte Nadeln dar. Das Salicin ist, wie der Zucker, stickstofffrei.

Bringt man Salicin in Mandelmilch, so verschwindet sehr bald der bittere Geschmack und macht einem rein süßen Platz. In diesem Zeitpunkt ist alles Salicin verschwunden und man hat nun Traubenzucker und einen neuen, von dem Salicin durchaus verschiedenen Körper, das Saligenin. Zucker und Saligenin enthalten die Elemente des Salicins. Ein Salicinatom zerfällt, ohne daß etwas hinzu- oder austritt, in Berührung mit dem Pflanzenkäse der Mandelmilch in ein Zuckeratom und ein Saligenin-Atom.

Noch weit merkwürdiger ist das Verhalten dieses Pflanzenkäses gegen das Amygdalin; die eigenthümlichen Producte, welche aus den bittern Mandeln erhalten werden, sind lange Zeit hindurch für ein kaum lösbar scheinendes Räthsel gehalten worden, bis man das Amygdalin als einen Bestandtheil derselben entdeckte und sein Verhalten gegen den Pflanzenkäse erkannte.

Werden die bittern Mandeln fein gepulvert und mit

Wasser der Destillation unterworfen, so erhält man ein starkriechendes Wasser, welches milchig getrübt ist durch eine Menge darin herumschwimmender Oeltröpfchen, die nach und nach als Oelschicht sich zu Boden setzen. Es ist dies ein flüchtiges Oel von dem stärksten Geruch und Geschmack nach bittern Mandeln, schwerer wie Wasser und noch dadurch ausgezeichnet, daß es an der Luft unter Sauerstoffaufnahme zu geruchlosen Krystallen von Benzoesäure erstarrt; außer diesem flüchtigen Bittermandelöl, welches jetzt in Menge als Parfümerie-Artikel im Handel vorkommt, enthält das übergegangene Wasser noch eine beträchtliche Menge Blausäure.

Blausäure und Bittermandelöl, zwei Produkte der Destillation der bittern Mandeln mit Wasser, sind nun als solche in den bittern Mandeln schlechterdings nicht nachzuweisen. Wären beide darin fertig gebildet vorhanden, so wie das Terpentinöl in dem Fichtenharz oder das Rosenöl in der Rose, so würde man voraussetzen müssen, daß es, ähnlich wie diese, durch fette Oele oder andere Lösungsmittel daraus ausziehbar sein würde, allein das aus den bittern Mandeln leicht durch Pressen zu gewinnende fette Oel ist eben so mild und geschmacklos wie das aus süßen Mandeln; es läßt sich darin keine Blausäure oder flüchtiges Bittermandelöl entdecken, obwohl diese leicht löslich darin sind. Kocht man die bittern Mandeln mit Alkohol aus, so findet sich auch in

diesem keine Spur weder von Blausäure noch von flüchtigem Bittermandelöl, man erhält aber daraus nach dem Verdunsten des Alkohols einen schönen, weißen, krystallinischen Körper, der in seiner leicht erfolgenden Lösung in Wasser einen schwach bittern Geschmack besitzt und von dem Zucker und dem Salicin durch einen geringen, aber nie fehlenden Stickstoffgehalt sich wesentlich unterscheidet. Aus diesem Körper mußte die Blausäure und das Bittermandelöl entstanden, oder die sie liefernden unbekannten Materien in den Mandeln müssen zu Amygdalin durch die Wirkung des Alkohols zusammengetreten sein, — dies war der Schluß, zu welchem der Entdecker des Amygdalins geführt wurde; und da er den Schlüssel zum Räthsel nicht fand, so schrieb er, wie dies so häufig geschieht, die Bildung des Amygdalins oder seine Umwandlung in Blausäure und Bittermandelöl der Mitwirkung eines unfaßbaren, unbegreiflichen Wesens zu, welches sich seiner Natur nach der menschlichen Erkenntniß entzöge.

Alles hat sich aber höchst einfach erklärt; es hat sich gezeigt, daß, wenn man eine Auflösung von Amygdalin in Wasser mit frischer Mandelmilch zusammenbringt, es sich in wenigen Augenblicken zerlegt, und in Folge einer neuen Ordnungsweise das Amygdalin-Atom sich in Blausäure, flüchtiges Bittermandelöl und Zucker, spaltet, deren Elemente (im Ganzen neunzig Atome)

sich bis auf vier Wasseratome, welche hinzugetreten sind, in dem Amygdalin-Atom zu einer einzigen Gruppe vereinigt finden.

Die Menge des Amygdalins, welche durch die Wirkung des Pflanzenkäses unter diesen Umständen in diese Verbindungen zerfällt, ist einigermaßen abhängig von der Menge des Wassers in der Mischung; je nachdem das Wasser hinreicht, um alle Producte, die sich bilden, aufzulösen oder nicht, wird alles Amygdalin oder nur ein Theil davon zersetzt. Das flüchtige Bittermandelöl braucht zu seiner Auflösung dreißig Theile Wasser, die anderen Producte bedürfen weniger. Setzt man nun der Mandelmilch soviel Amygdalin hinzu, daß auf dreißig Theile Wasser nicht mehr wie ein Theil des erzeugten Bittermandelöls kommt, so verschwindet alles Amygdalin; setzt man der Mischung mehr Amygdalin hinzu, so erleidet dies keine weitere Veränderung mehr. Man sieht leicht, daß die chemische Verwandtschaft des Wassers (sein Lösungsvermögen) in diesem Zersetzungsproceß eine Rolle spielt; seine Anziehung zu einem der Produkte wirkt als eine Ursache der Umsetzung mit ein. Da nun der weiße Bestandtheil der bittern Mandeln ganz identisch ist mit dem Pflanzenkäse der süßen Mandeln, so sieht man leicht ein, daß das Bestehen des Amygdalins in den Mandelkernen lediglich an die Menge der darin enthaltenen Feuchtigkeit gebunden ist. Eine der kleinen Menge Wasser in dem Kerne entsprechende Menge Amygdalin ist

darin nur seinen Produkten nach da; werden die Kerne fein zerstoßen mit mehr Wasser zusammengebracht, in Mandelmilch z. B. verwandelt, so nimmt mit der Menge des zugesetzten Wassers der Amygdalingehalt ab, bis er dann zuletzt, bei mehr Wasser, völlig verschwindet.

Das Verhalten des Amygdalins und des weißen, käseähnlichen Bestandtheils der Mandelkerne gewinnt ein noch höheres Interesse, wenn man sich erinnert, daß die Gegenwart von Amygdalin in den Kernen von dem zufälligen Standorte des Baumes abhängig ist. Zwischen zwei Bäumen, von denen der eine süße, der andere bittere Mandeln trägt, haben die Botaniker keine wahrnehmbare Verschiedenheit gefunden. Es sind Fälle bekannt, wo das einfache Versetzen einen Baum süße Mandeln tragen machte, der vorher bittere Mandeln lieferte; gewiß eines der interessantesten Beispiele des Einflusses, den gewisse Bestandtheile im Boden auf den Lebensproceß der Pflanzen ausüben.

Der Einfluß, welchen die Gegenwart von Wasser auf die Existenz gewisser organischer Verbindungen ausübt, geht aus den angeführten Thatsachen zur Genüge hervor; es gibt noch eine Menge anderer, welche zu viel Interesse darbieten, als daß sie hier übergangen werden könnten.

Jedermann weiß, daß gepulverter schwarzer Senf, mit Wasser zu einem Brei angerührt, nach wenigen Minuten eine Mischung gibt, welche auf die Haut eine

außerordentlich reizende, ja Blasen ziehende Wirkung äußert. Diese Wirkung rührt von einem flüchtigen, sauerstofffreien, schwefelhaltigen Oele her, welches man durch Destillation mit Wasser, ganz wie das Bittermandelöl aus bittern Mandeln, gewinnen kann.

Diesem Oele verdankt der gewöhnliche Tafelsenf seinen Geruch und Geschmack; in reinstem Zustande ist es von furchtbarer Schärfe.

In dem Senfsamen ist nun keine Spur von diesem Oele enthalten, das daraus gepreßte fette Oel ist mild und ohne Schärfe; das flüchtige Oel entsteht aus einem nicht scharfen, schwefel- und stickstoffreichen Körper, der durch die Wirkung des in den Samen enthaltenen Pflanzenkäses, beim Hinzubringen einer hinreichenden Menge Wassers, augenblicklich eine Umsetzung erfährt; das flüchtige Senföl ist eins der aus seinen Elementen hervorgehenden neuen Producte.

Aehnlich wie der Pflanzenkäse in den Samen der Senfpflanze und des Mandelbaums durch den Zustand der Umsetzung, in den er bei Gegenwart von Wasser augenblicklich übergeht, eine zersetzende Wirkung auf andere Bestandtheile der nämlichen Samen ausübt, verhalten sich die dem Pflanzenkäse ähnlich zusammengesetzten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile beinahe aller Pflanzensamen und namentlich der in den Getreide-Arten enthaltene sogenannte Kleber.

Roggenmehl, Weizenmehl und andere Mehlsorten geben mit der zwanzigfachen Menge Wasser von fünfundsiebenzig Grad einen dicken Kleister, der nach wenigen Stunden schon in dieser Temperatur dünnflüssig wird und einen rein süßen Geschmack annimmt; das Amylon des Mehls nimmt eine gewisse Menge Wasser auf und geht in Folge einer neuen Ordnungsweise seiner Atome zuerst in eine Art Gummi, sodann in Traubenzucker über. Diese Umwandlung wird bedingt durch den in Zersetzung übergehenden Kleber des Mehls; das Flüssigwerden des Teiges in der Brodbereitung beruht auf derselben Ursache.

Bei dem Keimen des Getreides geht ganz dieselbe Zuckerbildung vor sich; alles in dem Weizen-, Roggen-, Gerstensamen enthaltene Stärkmehl wird mit der Entwickelung des Keimes durch den Einfluß der daneben liegenden Klebertheilchen in Zucker übergeführt. Der Kleber selbst nimmt ganz veränderte Eigenschaften an, er wird, wie das Stärkmehl, in Wasser löslich. Wird der wässerige Auszug des gekeimten Getreides (des Malzes), die sogenannte Würze in der Bierbereitung, bis zum Sieden erhitzt, so scheidet sich eine Menge dieses löslich gewordenen Klebers in einem Zustande ab, in welchem er sich vom geronnenen thierischen Eiweiß den Eigenschaften und der Zusammensetzung nach nicht mehr unterscheiden läßt. Der übrige Theil des Klebers befindet

sich in der Würze in Auflösung, wenn sie mit Hopfen gekocht, durch Eindampfen concentrirt und nach dem Abkühlen mit Bierhefe versetzt wird, so erhält man nach vollendeter Gährung das Bier, und es scheidet sich der aufgelöst gebliebene Kleber als Bierhefe ab, deren Menge zwanzig bis dreißigmal mehr als die zugesetzte Hefe beträgt.

In der lebenden Natur beobachten wir in einem großen Maaßstabe Erscheinungen ähnlicher Art, welche von ganz gleichen oder ähnlichen Ursachen bedingt werden. Viele Holzpflanzen enthalten gegen den Herbst hin in der Holzsubstanz abgelagert eine dem Stärkmehl der Kartoffeln oder der Getreide-Arten ganz gleiche Substanz, welche mit dem erwachenden Leben in der Pflanze im Frühling in Zucker übergeführt wird. Der aufsteigende Saft des Ahorns ist so reich an Zucker, daß man ihn an Orten, wo er als Wald vorkommt, zur Zuckergewinnung benutzt. Wir haben allen Grund, zu glauben, daß dieser Zucker in Folge einer ähnlichen Umsetzung gebildet wird, wie der Zucker in keimenden Samen.

Das Süßwerden oder das sogenannte Nachreifen des Winterobstes auf dem Lager ist der Erfolg einer wahren Gährung. Die unreifen Aepfel und Birnen enthalten eine beträchtliche Menge Stärkmehl, welches durch den in Zersetzung übergehenden stickstoffhaltigen Bestandtheil des Saftes in Zucker übergeführt wird.

Als ein Product der Gährung von Fichtenreisig (der

Blätter und kleinen Zweige) hat Redtenbacher neuerdings die Ameisensäure aufgefunden. Diese Entdeckung ist um so interessanter, da sie wahrscheinlich der Schlüssel zu dem Gehalte dieser Säure in den Ameisen ist, namentlich derjenigen Arten, die in ihrer Nahrung keine Stoffe genießen, woraus sich Ameisensäure bilden könnte.

Die thierische Haut, die Schleimhaut des Magens und der Eingeweide, die Substanz der Harnblase haben eine Menge Eigenschaften mit dem Kleber und der Hefe gemein. In frischem Zustande haben diese Stoffe nicht die mindeste Wirkung auf Amylon oder Milchzucker, allein nur wenige Stunden im Wasser liegend, oder feucht der Luft ausgesetzt, gehen sie in einen Zustand der Zersetzung über, der sie fähig macht, das Amylon in Zucker, den Milchzucker in Milchsäure mit außerordentlicher Schnelligkeit überzuführen.

Seit undenklichen Zeiten wird diese Eigenschaft der Schleimhaut des Magens junger Kälber benutzt, um die Milch in der Käsebereitung zum Gerinnen zu bringen, oder, was das Nämliche ist, die Scheidung des Käses von den übrigen Bestandtheilen der Milch zu bewirken.

Der Käse verdankt seine Löslichkeit in der Milch dem Vorhandensein von phosphorsaurem und freiem Alkali, dessen Gegenwart meist an dem Blauwerden von geröthetem Lakmuspapier in der frischen Milch leicht erkannt werden kann. Der Zusatz von einer jeden Säure,

wodurch das Alkali hinweggenommen wird, macht, daß sich der Käse in seinem natürlichen, unlöslichen Zustande abscheidet. Diese für das Gerinnen der Milch unentbehrliche Säure wird in der Käsebereitung nicht zugesetzt, sondern in der süßen Milch auf Kosten des vorhandenen Milchzuckers erzeugt. Eine kleine Menge Wasser, welche mit einem Stückchen Labmagen einige Stunden oder über Nacht in Berührung gelassen war, nimmt eine kaum wägbare Menge der in Zersetzung übergegangenen Schleimhaut auf, und der Milch zugemischt, überträgt sich der Zustand derselben, nicht dem Käse, sondern was hier das Wichtigste ist, dem Milchzucker, dessen Elemente sich in Milchsäure umsetzen, wodurch das Alkali neutralisirt und der Käse zum Abscheiden gebracht wird. Vermittelst Lakmuspapier läßt sich dieser Proceß in allen seinen Stadien verfolgen; mit dem beginnenden Gerinnen vermindert sich die alkalische Reaktion der Milch, sie wird neutral; wird der Käse nicht sogleich von den Molken getrennt, so schreitet die Milchsäurebildung fort, die Flüssigkeit wird sauer und der Käse selbst geht in Zersetzung über.

Der frische, weiße, durch Auspressen und Salzzusatz von dem Wasser und Milchzucker sorgfältig befreite Käse ist ein Gemenge von Butter und Käsestoff; er enthält allen phosphorsauren Kalk und einen Theil des phosphorsauren Natrons der Milch; beim Aufbewahren in kühlen Räumen geht eine Reihe von Veränderungen in

ihm vor, in deren Folge er ganz neue Eigenschaften gewinnt; er wird allmählig durchscheinend, durch seine ganze Masse hindurch mehr oder weniger weich, nimmt eine schwach saure Reaction und den eigenthümlichen Käsegeschmack und Käsegeruch an. Frisch ist er sehr wenig löslich in Wasser, aber zwei bis drei Jahre sich selbst überlassen, wird er von kaltem Wasser, namentlich wenn das vorhandene Fett vorher entfernt wird, beinahe völlig zu einer Flüssigkeit aufgenommen, die, wie die Milch, von Essigsäure und Mineralsäuren zum Gerinnen gebracht wird. Der unlösliche Käse kehrt beim sogenannten Reifen in einen ähnlichen Zustand, wie in der Milch, zurück. In den beinahe geruchlosen englischen, holländischen, Schweizer und besseren französischen Käsesorten ist der Käsestoff zum größten Theil unverändert vorhanden, ihr Geruch und Geschmack rühren von der zersetzten Butter her. Die Margarin- und Oelsäure, die nicht flüchtigen, die Buttersäure, Caprin- und Capronsäure, die flüchtigen Säuren der Butter werden in Folge der Zersetzung des Oelzuckers frei.

Die flüchtigen Säuren ertheilen dem Käse seinen eigentlichen Käsegeruch, die Verschiedenheit seines stechenden aromatischen Geschmacks ist von dem Verhältniß der frei vorhandenen Buttersäure, Caprin- und Capronsäure abhängig.

Der Uebergang des Käsestoffs aus dem unlöslichen in den löslichen Zustand beruht auf der Zersetzung des

phosphorsauren Kalkes durch die Margarinsäure der Butter; es entsteht margarinsaurer Kalk, während die Phosphorsäure mit dem Käsestoff sich zu einer in Wasser löslichen Verbindung vereinigt.

In den schlechteren Käsesorten, namentlich den magern Käsen, rührt der Geruch von Schwefel- und Ammoniakhaltigen, übelriechenden Producten her, die sich durch die Zersetzung (Fäulniß) des Käsestoffs bilden. Die Uebertragung der eintretenden Veränderung, welche die Butter (in dem Verwesungsproceß, den man in diesem Falle das Ranzigwerden nennt) oder der noch vorhandene Milchzucker erfährt, auf den Käsestoff, verändert, wie sich von selbst versteht, mit der Zusammensetzung seine Nahrhaftigkeit und Ernährungsfähigkeit; eine sorgfältige Entfernung des Milchzuckers (der Molken) und eine niedrige Temperatur während der Zeit des sogenannten Reifens sind, die übrigen als gegeben vorausgesetzt, die Hauptbedingungen zur Bereitung edler Käsesorten *).

*) Die Qualität des so vorzüglichen, aus Schafmilch bereiteten Roquefort-Käses hängt ausschließlich von den Räumen ab, in denen die gepreßten Käse während der Zeit des Reifens aufbewahrt werden; es sind dies mit Gebirgsgrotten oder Spalten in Verbindung stehende Keller, die durch Luftströme aus den Spalten des Gebirgs sehr kühl (fünf bis sechs Grad) erhalten werden. Je nach ihrer Temperatur haben diese Keller einen höchst ungleichen Werth. Giron (Ann. de chimie et de phys. XLV, p. 371) führt an, daß ein Keller, dessen Construction nicht über zwölftausend Franken gekostet hatte, zu zweimalhundert-

Der Unterschied im Geschmack und Geruch der verschiedenen Käsesorten hängt von der Methode der Darstellung, von dem Zustande des Labs, dem Salzzusatz und den atmosphärischen Bedingungen während der ganzen Dauer der Behandlung ab; gewiß ist, daß die von den Thieren genossenen, namentlich aromatischen Pflanzen nicht ganz ohne Einfluß auf die Qualität des Käses sind; aber dieser Einfluß ist höchst untergeordnet. Die Milch der Kuh ist im Frühling, Sommer und Herbst höchst ungleich in ihrer Zusammensetzung, was in den daraus in einer Gegend bereiteten Käsen keine in die Augen fallende Verschiedenheit zur Folge hat. Die nämliche Fläche konnte in verschiedenen Zeiten keinen Käse von gleicher oder ähnlicher Beschaffenheit liefern, wenn die Verschiedenheit der Pflanzen wirklich hierbei in Betracht kam, eben weil die Entwickelung und Blüthe der Pflanzen, von denen die Milch stammt, einer verschiedenen Jahreszeit angehörte. Das ganze Fabrikationsverfahren ist, wie sich Schreiber dieses versichert hat, in Chester ganz anders wie in Glocestershire, und da wieder anders wie in der Gegend, wo die Stilton-Käse gemacht werden.

Das Lab von jungen Kälbern oder die Schleimhaut des Magens der Thiere überhaupt zeigt nun neben der

---

fünfzehntausend Franken verkauft wurde. Dieser Preis dürfte wohl als ganz entscheidend für den Einfluß angesehen werden können, den die Temperatur auf die Qualität der Käse hat.

Fähigkeit, den Milchzucker in Milchsäure umzuwandeln, noch die Eigenschaft, feste thierische Stoffe bei Gegenwart von schwacher Salzsäure auflöslich zu machen oder zu verflüssigen, und die hierbei beobachteten Erscheinungen haben auf den Verdauungsproceß im lebendigen Thierkörper ein unerwartetes Licht verbreitet. Vielen sogenannten Gährungserregern oder Fermenten gehört dieses flüssigmachende Vermögen in einem gewissen Stadium ihrer Umsetzung an, wir haben es beim Malzauszug und Kleber in Beziehung auf das Amylon schon kennen gelernt; allein in dieser Eigenschaft werden beide von der Magenschleimhaut bei weitem übertroffen. Wenn man ein Stückchen Labmagen einige Stunden in warmes Wasser legt, welches mit so wenig Salzsäure versetzt ist, daß es kaum bemerklich sauer schmeckt, so hat man eine Flüssigkeit, die auf gekochtes Fleisch, auf Kleber und hartgesottenes Eiweiß genau so wirkt, wie der Magensaft im lebendigen Magen, welcher gleich dieser künstlichen Verdauungsflüssigkeit eine von einer freien Säure herrührende saure Reaction besitzt. Einer Temperatur von siebenunddreißig Grad (der Temperatur des Magens) ausgesetzt, wird das Muskelfleisch, das hartgesottene Eiweiß sehr rasch an den Rändern schleimig und durchscheinend und nach wenig Stunden schon zu einer von Fetttheilchen schwach getrübten Flüssigkeit vollkommen aufgelöst. Die auflösende Fähigkeit, welche die Salzsäure für sich besitzt, wird

durch eine kaum wägbare Menge der in den Zustand der Umsetzung übergegangenen Schleimhaut in dem Grade beschleunigt, daß die Auflösung jetzt in dem fünften Theil der Zeit, die sonst dazu gehört, vor sich geht. Die neuere Physiologie hat dargethan, daß in jeder Verdauung sich die ganze äußerste Magenoberhaut, das Epithelium, ablöst; es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Substanz derselben, mit Sauerstoff in Berührung, den der Speichel in der Form von schaumartig eingeschlossener Luft dem Magen zuführt, eine Veränderung erfährt, in deren Folge die Auflösung und Verflüssigung des Mageninhaltes in der kürzesten Zeit erfolgt.

Man hat eine Zeit lang geglaubt, daß das beschleunigende Auflösungsvermögen, welches die Magenschleimhaut der salzsäurehaltigen Flüssigkeit ertheilt, von der Gegenwart eines eigenthümlichen Stoffes, einer Art Verdauungsstoff abhängig sei; dieselbe Meinung hat man in Beziehung auf den im Malzauszug enthaltenen Stoff gehegt, durch welchen das Amylon in Zucker übergeführt wird, man hat diesen Materien sogar besondere Namen gegeben. Allein was man mit Pepsin oder Diastase bezeichnet, ist nichts anders als der in Zersetzung übergegangene Theil der Schleimhaut oder des Klebers; ihre Wirkungen sind, wie bei der Hefe, nur von ihrem Zustande abhängig.

Mit einem Stück Magenhaut können wir in einem

gewissen Zustande der Zersetzung eine Menge thierischer Stoffe zur Auflösung bringen, in einem andern Stadium führen wir damit Amylon in Zucker, Zucker in Milchsäure, Mannit und Schleim, oder in Alkohol und Kohlensäure über. So verhält es sich denn auch mit einem wässerigen Auszug von frischem Gerstenmalz, in welchem Stärkekleister in wenigen Minuten in Traubenzucker übergeführt werden kann; er verliert diese Fähigkeit nach wenigen Tagen schon, und nimmt jetzt die Eigenschaft an, den Traubenzucker in Milchsäure, Mannit und Gummi umzuwandeln; nach acht bis zehn Tagen verliert sich auch diese vollkommen, der Auszug wird trübe und mit Zucker in Berührung bewirkt er jetzt die Zerlegung des Zuckeratoms in Alkohol und Kohlensäure.

Die in dem Vorhergehenden berührten Erscheinungen, in ihrer wahren Bedeutung aufgefaßt, beweisen, daß die in den Gährungsprocessen vor sich gehenden Umwandlungen und Zersetzungen durch eine Materie bewirkt werden, deren kleinste Theilchen sich in einem Zustand der Umsetzung und Bewegung befinden, die sich andern nebenliegenden, ruhenden Atomen mittheilt, so daß auch in diesen, in Folge der eingetretenen Störung des Gleichgewichtes der chemischen Anziehung, die Elemente und Atome ihre Lage ändern und sich zu einer oder mehreren neuen Gruppen ordnen.

Wir beobachten, daß die in den Gährungen gebilde-

ten Producte wechseln mit der Temperatur und dem Zustand der Umsetzung, in welchem sich die Theilchen des Gährungserregers befinden; es ist klar, daß die neue Ordnungsweise der Atome, welche die Natur und die Eigenschaften der neugebildeten Producte bedingt, in einer ganz bestimmten Beziehung steht zu der Art und Weise, zu der Richtung und Stärke der auf sie einwirkenden Bewegung.

Alle organischen Stoffe sind Gährungserreger oder Fermente, sobald sie in Fäulniß übergegangen sind; in einem jeden organischen Atom pflanzt sich die eingetretene Veränderung fort, das in sich selbst, durch die in ihm thätige Kraft, nicht vermögend ist, die Bewegung durch Widerstand aufzuheben. Faulendes Fleisch, Blut, Galle, die Schleimhaut des Magens theilen mit den in Pflanzentheilen oder Pflanzensäften vorkommenden Substanzen einerlei Vermögen; die Gährung erregenden Materien, worunter man diejenigen complexen Atome begreift, die bei der bloßen Berührung mit Wasser oder Sauerstoff in Selbstentmischung übergehen, besitzen Eigenschaften, die allen gemein sind; sie üben, ein jeder für sich, wieder besondere Wirkungen aus, durch die sie sich wesentlich von einander unterscheiden. Die letzteren stehen in der engsten Beziehung zu ihrer Zusammensetzung. Der Pflanzenkäse der Mandeln wirkt auf Amylon und Zucker ganz wie Kleber oder Hefe, allein diese beiden

letzteren sind nicht vermögend, das Salicin in Saligenin und Zucker, das Amygdalin in Blausäure und Bittermandelöl zerfallen zu machen. In ähnlicher Weise erlangen thierische Membranen in gewissen Zuständen alle Eigenschaften des gährenden thierischen Käses, allein letzterer hat auf das Lösungsvermögen der Salzsäure, auf die Verflüssigung von gekochtem Eiweiß und Fleisch keinen bemerklichen Einfluß.

Alle Erscheinungen der Gährung zusammengenommen beweisen den längst schon von Laplace und Berthollet aufgestellten Grundsatz, „daß ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetztes Atom (Molecule) seine eigene Bewegung einem andern Atom mittheilen kann, welches sich in Berührung damit befindet.“ Dies ist ein Gesetz der Dynamik, von der allgemeinsten Geltung überall, wo der Widerstand (die Kraft, Lebenskraft, Verwandtschaft, elektrische Kraft, Kohäsionskraft), der sich der Bewegung entgegensetzt, nicht hinreicht, um sie aufzuheben.

Als eine neu erkannte Ursache der Form und Beschaffenheitsveränderung in chemischen Verbindungen ist dieses Gesetz der größte und bleibendste Gewinn, den das Studium der Gährung der Wissenschaft erworben hat.

Siebzehnter Brief.

Die erste und wichtigste Ursache aller Umwandlungen und Veränderungen, welche die organischen Atome erleiden, ist, wie in dem vorhergehenden Briefe erwähnt, die chemische Action des Sauerstoffs; Gährung und Fäulniß stellen sich erst in Folge eines beginnenden Verwesungsprocesses ein; ihre Vollendung ist die Herstellung eines Gleichgewichtszustandes; indem sich der Sauerstoff mit einem der Elemente des organischen Körpers verbindet, wird der ursprüngliche Zustand des Gleichgewichtes der Anziehung aller Elemente aufgehoben, er zerfällt und spaltet sich in Folge der Ausgleichung aller Anziehungen in eine Reihe von neuen Producten, welche, wenn nicht neue Störungen, neue Ursachen der Veränderung auf sie einwirken, keinem weiteren Wechsel in ihren Eigenschaften mehr unterliegen.

Allein, wenn auch die chemische Action, welche die Elemente der organischen Atome in der Gährung und

Fäulniß auf einander auszuüben vermögen, in der Art sich völlig ausgleicht, daß zwischen den Anziehungen der neugebildeten Producte ein Ruhestand sich einstellt, so findet ein solches Gleichgewicht in Beziehung auf ihre Anziehung zum Sauerstoff in keiner Weise statt. Die chemische Action des Sauerstoffs hört erst dann auf, wenn die Fähigkeit ihrer Elemente, sich mit Sauerstoff zu verbinden, erschöpft ist. Die chemische Action des Sauerstoffs ist ja nichts anders als das Streben nach Verbindung; eine Ausgleichung dieses Strebens kann, wie sich von selbst versteht, erst dann eintreten, wenn durch die Wirkung des Sauerstoffs Producte gebildet werden, denen das Vermögen, noch mehr Sauerstoff in sich aufzunehmen, völlig abgeht; erst dann befinden sich ihre eigenen Anziehungen mit denen des Sauerstoffs im Gleichgewicht.

Die Gährung oder Fäulniß stellt ein Stadium des Rückganges der zusammengesetzteren organischen Atome in einfachere Verbindungen dar; mit dem Uebergang der Producte der Gährung und Fäulniß in luftförmige Verbindungen durch den Verwesungsproceß vollendet sich der Kreislauf; die Elemente der organischen Wesen, welche ursprünglich, ehe sie Antheil an den Lebensprocessen nahmen, Sauerstoffverbindungen waren, der Kohlenstoff und Wasserstoff nehmen die Form von Sauerstoffverbindungen wieder an. Der Verwesungs-

proceß ist ein bei gewöhnlicher Temperatur erfolgender Verbrennungsproceß, in welchem die Elemente der organischen Atome oder die Producte der Gährung und Fäulniß der Pflanzen und Thierleiber sich allmälig mit dem Sauerstoff der Luft verbinden.

Kein Organismus, kein Theil eines Thieres oder einer Pflanze ist fähig, nach dem Verlöschen der Lebensthätigkeit, der chemischen Action, welche Luft und Feuchtigkeit auf sie ausüben, zu widerstehen, denn aller Widerstand, den sie als Träger und Vermittler der Lebensäußerungen vorübergehend besaßen, hört mit dem Tode völlig auf; ihre Elemente fallen der unbeschränkten Herrschaft der chemischen Kräfte wieder anheim.

Mit der Lichtung der Urwälder Amerika's, mit der erhöhten Leichtigkeit des Zutritts der Luft zu dem an Pflanzenüberresten so reichen Boden ändert sich allmälig seine Beschaffenheit; nach einer gewissen Anzahl von Jahren findet sich keine Spur dieser Ueberreste mehr vor. Die Oberfläche Germaniens war zu Tacitus Zeiten mit einem undurchdringlichen Walde bedeckt, der Boden muß damals dieselbe Beschaffenheit gehabt haben, wie die Dammerde der Urwälder Amerika's; aber alle diese Producte des Pflanzenlebens sind für unsere Wahrnehmung völlig verschwunden. Die Milliarden von Schalthieren und andern Thieren, deren Ueberreste ganze Gebirgslager bilden, — ihre Leiber sind nach dem Tode in Gährung und Fäulniß und durch die fortdauernde Einwirkung

der Atmosphäre in luftförmige Verbindungen übergegangen, und ihre Gehäuse, ihre Knochen, ihre unzerstörbaren Bestandtheile legen Zeugniß ab von einem unausgesetzt verlöschenden und stets sich wieder erneuernden Leben.

Nur an Orten oder in Lagen, wo der Zutritt des Sauerstoffs beschränkt oder abgeschlossen war, finden wir, wie in den Torf- und Braunkohlenlagern, die erkennbaren Ueberreste urweltlicher Vegetationen in einem verlangsamten Zustande der Verwesung noch vor.

Zum Eintreten und zur Vollendung des Oxydationsprocesses der Verwesung sind Wasser und eine angemessene Temperatur, ganz wie bei der Gährung oder Fäulniß, durchaus nothwendige Bedingungen; Austrocknen oder Eiseskälte hebt alle Verwesungs- und Gährungsprocesse auf; die Uebertragung der eingetretenen Selbstentmischung von einem Theilchen zum andern setzt einen Ortswechsel, die Beweglichkeit dieser Theilchen voraus, welche durch das Wasser möglich gemacht und vermittelt wird; bei der Verwesung ist es insbesondere eine gewisse erhöhte Temperatur, wodurch die Fähigkeit der Elemente, sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre zu verbinden, gesteigert wird.

Eine Menge organischer Materien ist im feuchten Zustande fähig, Sauerstoff aufzunehmen; vielen andern, man kann sagen, den meisten, geht diese Fähigkeit für sich völlig ab.

Wenn wir feuchtes Heu oder faules Holz in ein Gefäß mit Luft bringen, so ändern sich in sehr kurzer Zeit alle Eigenschaften dieser Luft. Ein angezündeter Holzspan, der im Anfange darin fortbrannte, verlischt nach zwei bis drei Stunden in dieser Luft ganz so, wie wenn man ihn brennend in Wasser getaucht hätte. Eine genauere Untersuchung ergibt, daß aller Sauerstoff der Luft völlig verschwindet, und daß seine Stelle eingenommen wird durch ein dem Sauerstoff gleiches Volumen Kohlensäure. Wird die kohlensäurehaltige Luft entfernt und durch frische ersetzt, so stellt der nämliche Proceß sich auf's neue ein, ihr Sauerstoff verwandelt sich in Kohlensäure. Wenn wir das Holz oder Heu angezündet in dieser Luft hätten fortbrennen lassen, so wäre die eingetretene Veränderung der Luft ganz die nämliche gewesen.

In dem Bleichen der Farben an der Luft oder der sogenannten Rasenbleiche hat man den Verwesungsproceß in einem großen Maaßstabe in technischer Anwendung. Die Leinwand oder Baumwolle ist gewöhnliche Holzfaser, mehr oder weniger gefärbt durch fremde, in der Pflanze enthaltene oder in der Darstellung hinzugekommene organische Substanzen. Mit Wasser benetzt und dem Sonnenlichte ausgesetzt, stellt sich augenblicklich an der ganzen Oberfläche ein langsamer Verbrennungsproceß ein, der Sauerstoff der das Zeug berührenden Luft wird unausgesetzt in Kohlensäure verwandelt.

Das Gewicht des Stoffes nimmt, eben weil er verbrennt, in jeder Zeitsecunde ab, die färbenden Materien verschwinden allmählig und mit ihnen eine beträchtliche Menge Holzfaser, indem ihre Elemente in Sauerstoffverbindungen übergehen. Bei einer länger dauernden Einwirkung verliert das Zeug seinen Zusammenhang und verwandelt sich in eine der Papiermasse ähnliche Materie, welche fortfährt zu verwesen, so lange die Bedingungen zur Sauerstoffaufnahme oder zur Verwesung noch vorhanden sind.

In einer ganz ähnlichen Weise wie das Holz, wie der stickstofffreie Hauptbestandtheil der Pflanzen, verhalten sich die stickstoffhaltigen. Frisches Fleisch, die gewöhnliche Bier- oder Weinhefe, eins der ersten Producte der Umsetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen durch Gährung, entziehen der Luft ihren Sauerstoff, und geben an sie, wie das Holz, ein gleiches Volumen Kohlensäure zurück. So fanden sich bei der Verlegung des Kirchhofes des Innocens aus dem Innern der Stadt vor die Thore von Paris die meisten Leichen, dem Anscheine nach in Fett verwandelt. Die Substanz der Haut, Muskeln, Zellen und Sehnen war bis auf die Knochen völlig verschwunden, nur das der Verwesung am längsten widerstehende Fett der Leichen war als Margarinsäure zurückgeblieben, von welcher damals Hunderte von Centnern von den

Seifensiedern in Paris zu Lichtern und Seife verarbeitet wurden. Von Fleisch, welches man in fließendem Wasser aufhängt, oder in feuchter Erde vergräbt, bleibt nach einem gewissen Zeitraume nichts als das darin enthaltene Fett zurück.

Alle verwesenden Materien verhalten sich in feuchtem Zustande gegen die Luft bei gewöhnlicher Temperatur ganz, wie wenn man sie getrocknet der Glühhitze ausgesetzt hätte; sie gehen in den Zustand der Sauerstoffaufnahme über, sie verbrennen.

Dem Weingeist, einem andern Producte der Gährung zuckerhaltiger Pflanzensäfte, geht das Vermögen, so wie diese zu verwesen, völlig ab; in reinem Zustande oder mit Wasser gemischt der Luft ausgesetzt, verdampft er zuletzt, allein ohne sich mit Sauerstoff zu verbinden; man weiß, daß er sich in höherer Temperatur leicht entzündet und zu Kohlensäure und Wasser verbrennt; es ist klar, daß seine Elemente eine große Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, die höhere Temperatur ist ja nur eine Bedingung zu ihrer Aeußerung. Ganz wie der Weingeist verhalten sich Wasserstoffgas und viele brennbare Körper; erst in gewissen Wärmegraden äußert sich ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff.

Auch in dem Verwesungsproceß hat man den merkwürdigen Einfluß erkannt, den eine im Zustand der Umsetzung oder Thätigkeit begriffene Materie auf die Theil-

chen einer daneben liegenden ausübt, welche für sich allein nicht fähig ist, in den nämlichen Zustand der Umsetzung, Veränderung oder Thätigkeit überzugehen.

Bei Berührung mit einer verwesenden Substanz zeigen nämlich eine Menge Materien bei gewöhnlicher Temperatur Verwandtschaft zum Sauerstoff, sie gehen eine Verbindung mit ihm ein, welche sonst erst durch höhere Hitzgrade vermittelt werden kann. Der Zustand der Sauerstoffaufnahme eines verwesenden Körpers überträgt sich auf alle Materien, die sich damit in Berührung befinden, sie verhalten sich wie wenn sie Theile oder Bestandtheile desselben wären und ihre Verbindung mit dem Sauerstoff wird auf eine ähnliche, nicht weiter erklärbare Weise wie durch die Wärme vermittelt. Die Berührung mit einer verwesenden Materie ist die Hauptbedingung der Verwesung für alle andere organische Substanzen, denen das Vermögen, sich mit Sauerstoff zu verbinden, bei gewöhnlicher Temperatur nicht zukommt. In Folge der vor sich gehenden Verbindung ihrer Elemente mit dem Sauerstoff steigt die Temperatur der verwesenden Materien über die des umgebenden Mediums; allein so groß auch der Einfluß ist, den die Wärme auf die Beschleunigung des Vorganges ausübt, sie ist nicht, wie in andern chemischen Processen, die Ursache der Verwandtschaftsäußerung zum Sauerstoff.

Hängt man in einer Flasche voll gewöhnlicher Luft,

der man eine gewisse Menge Wasserstoffgas zugesetzt hat, einen mit feuchten Sägespänen, Seide, Dammerde ꝛc. gefüllten Leinwandbeutel auf, so fahren diese Materien fort, ganz wie in freier Luft zu verwesen, sie verwandeln das sie umgebende Sauerstoffgas in Kohlensäure; das Bemerkenswertheste hierbei ist nun, daß auch der zugesetzte Wasserstoff verwest, daß er durch die Berührung mit diesen verwesenden Substanzen die Fähigkeit erhält, sich bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerstoff zu verbinden. Wenn es an Sauerstoff nicht mangelt, so wird aller Wasserstoff in Wasser zurückgeführt.

Ganz wie das Wasserstoffgas verhalten sich andere brennbare einfache und zusammengesetzte Gase. Der Dampf von Weingeist z. B. in einem Raume, welcher verwesendes Holz oder andere verwesende Substanzen enthält, nimmt, wie das Wasserstoffgas, Sauerstoff aus der Luft auf, er verwandelt sich in Aldehyd, sodann in Essigsäure, welche, indem sie tropfbar-flüssig wird, sich der weiteren Einwirkung des Sauerstoffs entzieht. Auf diese Eigenschaft verwesender Substanzen, die Anziehungen aller organischen Körper zum Sauerstoff, und namentlich die des Weingeistes, zu erhöhen, gründet sich die sogenannte Schnellessigfabrikation.

Während sonst die Ueberführung gegohrener Flüssigkeiten in Essig, des unvollkommnen Zutritts der Luft wegen, Wochen und Monate lang dauerte, ist man jetzt

dahin gelangt, den Weingeist in weniger als vierundzwanzig Stunden in Essig zu verwandeln, hauptsächlich dadurch, daß man den mit Wasser verdünnten Branntwein durch Fässer langsam fließen läßt, welche mit gehauenen oder gehobelten Holzspänen angefüllt sind, während gleichzeitig durch diese Späne ein schwacher Luftstrom circulirt. Verglichen mit dem alten Verfahren, findet sich durch diese Einrichtung die der Sauerstoffaufnahme fähige Weingeist-Oberfläche ins Tausend- und Mehrfache vergrößert; die natürliche Folge ist, daß die Zeit der Verwesung desselben um das Ebensovielfache verkürzt wird. Im Anfang, wenn die sogenannten Essigbilder in Gang gesetzt werden, setzt man dem Branntwein gewöhnlich kleine Mengen solcher Stoffe zu, welche verwesbare Substanzen enthalten, wie Bierwürze, Honig, unfertigen Essig rc.; allein sehr bald geht die Holzoberfläche selbst in den Zustand der Sauerstoffaufnahme über, und vermittelt von da an den Uebergang des Branntweins in Essig, ohne weitere Mitwirkung von anderen verwesenden Materien.

Die Entstehung der Salpetersäure oder salpetersaurer Salze und ihr Vorkommen in gewissen Garten- und Ackererden, in dem Boden oder in den Mauern von Viehställen oder Häusern, in dem Brunnenwasser der Städte und Dörfer beruht auf derselben Ursache, wie die Bildung der Essigsäure aus dem Alkohol geistiger Ge-

tränke; sie entsteht aus dem Ammoniak, einem der letzten Produkte der Fäulniß thierischer oder überhaupt stickstoffhaltiger Materien.

Wenn sich Ammoniak bei Gegenwart von Kalk, Magnesia, Kali ꝛc. und einer gewissen Menge Feuchtigkeit in Berührung befindet mit verwesenden Materien, so verbinden sich seine Elemente, Stickstoff und Wasserstoff mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser und zu Salpetersäure, welche letztere mit alkalischen Erden und Alkalien salpetersaure Salze bildet.

Die krystallinischen Salze, welche häufig aus den Mauern von Viehställen oder Wohnhäusern auswittern, namentlich an Orten, welche von Flüssigkeiten aus Latrinen befeuchtet sind, bestehen aus salpetersauren Salzen, in der Regel aus salpetersaurem Kalk, einem Salze, welches aus feuchter Luft Wasser anzieht und zerfließt, und durch dessen Vorhandensein eine bleibende Nässe in den Mauern verursacht wird.

Ein großer Theil des in Frankreich zur Pulverfabrikation dienenden Salpeters wird in Paris aus dem untern Theil der Pariser Häuser, der mit den Flüssigkeiten der Straße in beständiger Berührung ist, aus den darin sich bildenden salpetersauren Salzen gewonnen; indem der Kalk der Mauern allmälig von der Salpetersäure aufgelößt wird, verlieren die Mauern ihre Festigkeit und ihren Zusammenhang, daher der Name Mauerfraß

für diese den Mauern so schädliche Salpeter-Bildung. In Indien, wo die Lufttemperatur höher und die Luft feucht ist, verwesen thierische Substanzen besonders schnell und es erzeugt sich dort, indem weniger Ammoniak der langsamen Verbrennung entgeht, eine im Verhältniß weit größere Menge von salpetersauren Salzen.

Die Anwendung der Kenntniß des Verhaltens verwesender Materien auf die Bier- und Weinfabrikation liegt ganz nahe. Die Eigenschaft des Biers oder Weins, bei Berührung mit der Luft in Essig überzugehen, beruht stets auf der Gegenwart fremder Substanzen, deren Fähigkeit, Sauerstoff aufzunehmen, sich den Weingeisttheilchen, mit denen sie in Berührung sind, überträgt; mit ihrer Entfernung geht dem Wein und Bier das Vermögen, sauer zu werden, gänzlich ab.

In dem Safte zuckerarmer Weintrauben bleiben nach vollendeter Gährung, nach dem Zerfallen des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist eine beträchtliche Menge stickstoffhaltiger Bestandtheile mit den nämlichen Eigenschaften zurück, die sie im Safte vor der Gährung besaßen. In dem zuckerreichen Safte der Weintrauben aus südlichen Zonen ist das Verhältniß umgekehrt, es bleibt in diesen eine Menge Zucker unzersetzt, nachdem sich alle stickstoffhaltige Substanz im unauflöslichen Zustande der Hefe völlig abgeschieden hat. Diese letzteren Weine ändern sich an der Luft nur we-

nig, eine Säurung tritt für diese nur bei rothen Weinen ein, deren Farbstoff leicht veränderlich ist und, mit Luft in Berührung, die Rolle der stickstoffhaltigen Bestandtheile übernimmt.

Die in dem Weine nach der Gährung bleibenden stickstoffhaltigen Bestandtheile des Traubensaftes sind die früher erwähnten Gährungserreger des Zuckers; nach seiner Entfernung üben sie auf den Alkohol ganz die Wirkung aus, welche das verwesende Holz besitzt, sie sind die Erreger und Vermittler des jetzt eintretenden Säurungsprocesses.

Die Verwandtschaft dieser Substanzen zum Sauerstoff ist sehr groß; in der kurzen Zeit des Ueberfüllens von Wein aus einem Faß in ein anderes nehmen sie aus der Luft Sauerstoff auf, und versetzen den Wein in den Zustand der Säurung, welcher unaufhaltsam fortschreitet, wenn er nicht künstlich aufgehalten wird; In dem Fasse, welches den Wein aufzunehmen bestimmt ist, wird, um dieser vorzubeugen, ein Stück Schwefelspan verbrannt, die darin enthaltene Luft wird hierdurch ihres Sauerstoffs beraubt, es entsteht eine seinem Volumen gleiche Menge schweflige Säure, welche von der feuchten Holzoberfläche des Fasses mit Schnelligkeit absorbirt wird. Die schweflige Säure besitzt eine noch größere Verwandtschaft zum Sauerstoff, wie die im Weine enthaltenen Säurungserreger; indem sie sich von der inneren Faß-

oberfläche nach und nach im abgefüllten Weine vertheilt, und den Säurungserregern so wie der Flüssigkeit selbst allen aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff wieder entzieht, wird der Wein in den Zustand zurückversetzt, den er vor dem Abfüllen besaß. Die schweflige Säure findet sich im Wein in Schwefelsäure verwandelt.

Bei dem Lagern der Weine findet durch die Holzwände der Fässer ein beständiger, wiewohl sehr langsamer Luftwechsel statt, oder, was das Nämliche ist, der Wein ist unausgesetzt mit einer sehr kleinen Menge Sauerstoff in Berührung, woher es denn kommt, daß sich nach einer gewissen Zeit die ganze vorhandene Menge des Säurungserregers im Wein in der Form der sogenannten Unterhefe abscheidet.

Die Ausscheidung der Wein- und Bierhefe während der Gährung des Traubensaftes oder der Bierwürze geschieht in Folge einer Sauerstoffaufnahme, oder, was das Nämliche ist, durch einen im Innern der gährenden Flüssigkeit vor sich gehenden Oxydationsproceß. Der stickstoffhaltige Bestandtheil der Gerste ist für sich im Wasser nicht löslich; im Malzproceß wird er, während das Korn keimt, löslich im Wasser, er nimmt dieselbe Beschaffenheit an, welche der im Traubensafte enthaltene stickstoffhaltige Bestandtheil von Anfang an besitzt.

Durch Sauerstoffaufnahme verlieren beide ihre Löslichkeit im Wein oder Bier. Nach den besten hierüber

angestellten Analysen ist die Wein- und Bierhefe weit reicher an Sauerstoff als die stickstoffhaltigen Substanzen, aus denen sie entsteht.

So lange noch gährende Zuckertheilchen in der Flüssigkeit neben diesen Materien vorhanden sind, ist es die Flüssigkeit selbst, welche durch Zersetzung von Wasser oder einer kleinen Menge Zucker den zu ihrem Uebergang in Hefe nöthigen Sauerstoff liefert; dieser Oxydationsproceß im Innern der Flüssigkeit, der ihre Abscheidung bedingt, findet mit dem Verschwinden des Zuckers seine Grenze; er stellt sich aber auf's Neue ein, wenn die Flüssigkeit durch Zusatz von Zucker in den gährungsfähigen Zustand zurückversetzt wird; er stellt sich ferner ein, wenn die Oberfläche der Flüssigkeit mit Luft in Berührung gelassen wird; in letzterem Fall geschieht ihre Abscheidung auf Kosten des Sauerstoffs der Luft, also in Folge ihrer Verwesung.

Es ist nun erwähnt worden, daß die Gegenwart dieser stickstoffhaltigen Materien neben Alkohol bei hinlänglichem Luftzutritt die Ueberführung des Alkohols in Essigsäure bedingt; nur die Ungleichheit ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff ist der Grund, daß beim Lagern des Weines, wo der Luftzutritt äußerst beschränkt ist, sich nur der stickstoffhaltige Bestandtheil, und nicht gleichzeitig auch der Alkohol oxydirt; in offenen Gefäßen würde der Wein unter diesen Umständen in Essig übergegangen sein.

Es ist nach dem Vorhergehenden klar, daß, wenn wir ein Mittel hätten, die Säurung des Alkohols, seinen Uebergang in Essigsäure bei einer unbeschränkten Zufuhr von Luft oder Sauerstoff zu hindern, wir damit in der kürzesten Zeit dem Wein und Bier eine unbegrenzte Haltbarkeit, die völlige Reife zu geben vermöchten; denn unter diesen Umständen würden sich alle die Säurung bewirkenden Materien des Weins und Biers mit Sauerstoff verbinden, sie würden in unauflöslichem Zustande abgeschieden werden. Mit ihrer Entfernung würde der Alkohol das Vermögen, Sauerstoff aufzunehmen, gänzlich verlieren.

Dieses Mittel hat die Experimentirkunst in einer niedrigen Temperatur aufgefunden, und es hat sich darnach, namentlich in Baiern, ein Gährverfahren gebildet, auf welches die vollendetste Theorie einfacher und sicherer und den wissenschaftlichen Grundsätzen mehr entsprechend kaum hätte führen können.

Der Uebergang des Alkohols in Essigsäure durch Berührung mit einer verwesenden Substanz findet am rascheßten statt bei einer Temperatur von fünfunddreißig Grad; unterhalb derselben nimmt die Verwandtschaft des Alkohols zum Sauerstoff ab; bei einer Temperatur von acht bis zehn Grad (des hunderttheiligen Thermometers) findet unter diesen Umständen keine Verbindung mehr statt; die Neigung oder die Fähigkeit der stickstoffhaltigen

Substanzen, Sauerstoff anzuziehen, ist aber bei dieser niedrigen Temperatur kaum merklich geschwächt.

Es ist darnach einleuchtend, daß, wenn die Bierwürze, wie dies in Baiern geschieht, in weiten, offenen Gefäßen, welche dem Sauerstoff unbeschränkten Zutritt gestatten, der Gährung überlassen wird, und zwar in einem Raume, dessen Temperatur acht bis zehn Grad nicht übersteigt, eine Abscheidung der Säurungserreger gleichzeitig im Innern und an der Oberfläche der Flüssigkeit stattfindet. Das Klarwerden des Biers ist das Zeichen, woran man erkennt, daß keine weitere Abscheidung mehr erfolgt, daß diese Materien, und damit die Ursachen der Säurung, entfernt sind. Eine den Principien gemäß ganz vollkommene Entfernung derselben hängt von der Erfahrung und Geschicklichkeit des Brauers ab; sie wird, wie man sich leicht denken kann, nur in einzelnen Fällen erreicht, allein immer wird nach diesem Gährverfahren ein in seiner Haltbarkeit und Güte das gewöhnliche weit übertreffendes Bier gewonnen.

Der ausgezeichnete Nutzen, den die Anwendung dieser Grundsätze auf eine rationellere Weinbereitung haben muß, liegt auf der Hand, und kann in keiner Weise bestritten werden; die unvollkommene Erkenntniß oder die Unkenntniß derselben ist offenbar der Grund, daß diese Gährmethode nicht längst schon der Weinbereitung die großen Vortheile verschafft hat, die sich davon er-

warten lassen; denn der darnach bereitete Wein wird sich zu dem gewöhnlichen verhalten, wie ein gutes bairisches Bier zu gewöhnlichem Bier, zu dessen Darstellung dieselbe Quantität Malz und Hopfen gedient hat. Der Wein muß dadurch in der kürzesten Zeit die nämliche Reife und Güte erhalten, die er sonst erst nach jahrelangem Lagern zeigt. Wenn man sich erinnert, daß die Weinbereitung auf Ende October, also gerade in die kühle Jahreszeit fällt, die der Biergährung so günstig ist, daß hierzu keine anderen Bedingungen, als ein sehr kühler Keller und offene weite Gährungsgefäße gehören, daß die Gefahr der Säurung beim Wein unter allen Umständen viel geringer ist, wie beim Bier, so wird man auf den besten Erfolg mit Sicherheit rechnen können*).

---

*) Einer der intelligentesten Landwirthe und Weinproducenten des Großherzogthums Baden, Freiherr v. Babo, schrieb mir im April 1843 Folgendes: „Von der Behandlung meines rothen Weins im vorigen Herbste nach dem bairischen Gährverfahren kann ich Ihnen berichten, daß dieselbe wieder einen ausgezeichneten Erfolg hatte. Unsere weinbauenden Praktiker können die Sache nicht begreifen, so klar es ist, daß, was bei dem Bier von so vorzüglichem und anerkanntem Erfolg ist, auch bei dem Wein zweckmäßig sein muß.“ Ein Versuch, den Herr v. Babo im Herbst 1841 mit rothem Wein anstellte, war eben so günstig ausgefallen, ganz besonders in der Farbe. Die Gährung des rothen Weines konnte möglicher Weise eine Klippe sein, woran das Verfahren hätte scheitern können, allein nach

Man darf hierbei nicht vergessen, daß der Wein im Verhältniß eine weit geringere Menge von stickstoffhaltigen Materien nach der Gährung zurückbehält, als die Bierwürze, und daß es zu ihrer vollkommenen Abscheidung eines beschränkteren Luftzutritts bedarf.

Ganz diesen Principien entgegen, findet die Gährung des Weins am Rhein an sehr vielen Orten nicht in kühlen Kellern, sondern in offenen, viel zu hoch und deßhalb zu warm liegenden Räumen statt, und man schließt

---

diesen so gelungenen Versuchen halte ich es der allgemeinsten Anwendung fähig. Versuche im Großen, welche auf dem Johannisberg im Jahr 1846 mit sechs Fässern Weinmost, jedes von 1200 Flaschen Inhalt, welche der Fürst Metternich bereitwilligst zur Verfügung stellte, unter der Leitung des erfahrnen Kellermeisters Heckler angestellt wurden, haben ergeben, daß der Luftzutritt während der Dauer der Gährung einen wesentlich günstigen Einfluß auf die Qualität des Weins äußert. In jedes dieser Fässer wurden am Spund Oeffnungen bis zu 12 Zoll im Quadrat geschnitten und es zeigte sich, daß eine Oeffnung von 6 Zoll im Quadrat, bedeckt mit einem Stück grober Packleinwand vollkommen genügt und daß der in dieser Weise vergohrene Wein eine merklich bessere Qualität besaß, als der Wein, welcher mit aufgesetztem Gährrohr bei Luftabschluß vergohren hatte. Ganz ähnliche Resultate erhielt Hr. Dr. Crasso, als er den Most in aufs Hohe gestellten Stückfässern gähren ließ, deren oberer Boden herausgenommen und zum Zudecken während der Gährung benutzt wurde. (Siehe Ann. der Chem. und Ph. LIX. p. 360). In andern Versuchen, in denen man weißen Wein in unbedeckten, offenen Bütten gähren ließ, verlor der Wein von seinem Bouquet, und wurde flatt.

durch aufgesetzte Blechröhren, die mit Wasser gesperrt sind, den Zutritt der Luft während der Gährung völlig ab. In dieser Hinsicht wirken diese Röhren jedenfalls nachtheilig auf die Qualität des Weins, sie sind in jeder andern als eine vollkommen nutz- und zwecklose Erfindung eines müßigen Kopfes zu betrachten, die man eben nachahmt, ohne sich weitere Rechenschaft zu geben.

Achtzehnter Brief.

Die Eigenschaft organischer Materien, bei Berührung mit Luft in Verwesung und Gährung überzugehen, und in Folge dieses Zustandes in andern Substanzen Gährung oder Verwesung zu erregen, wird bei allen ohne Ausnahme durch die Siedhitze aufgehoben. Es ist dies sicher der sprechendste Beweis, daß die leichte Veränderlichkeit dieser Materien mit einer gewissen Ordnungsweise ihrer Atome zusammenhängt. Man darf sich nur an das Gerinnen des Eiweißes in der Hitze erinnern, um einzusehen, wie die Wärme hierbei wirkt. Die meisten der sogenannten Gährungerreger haben eine dem Eiweiß ähnliche Zusammensetzung, und gehen in höheren Temperaturen in einen neuen Zustand über.

Läßt man geschälte süße Mandeln nur einige Augenblicke in siedendem Wasser liegen, so ist ihre Wirkung auf Amygdalin völlig vernichtet. In einer Mandelmich, die man zum Sieden erhitzt hat, löst es sich ohne alle Veränderung. Das gekochte Malz hat seine Eigenschaft, Amylon in Zucker überzuführen, völlig verloren. Ein

wässriger Aufguß von Bierhefe, in welchem Rohrzucker beinahe augenblicklich in Traubenzucker übergeht, oder der Saft von kranken Kartoffeln, in welchem die Substanz der Zellen gesunder Knollen auseinanderfällt und löslich wird, beide verlieren zum Sieden erhitzt völlig diese Eigenschaften.

Die frische Thiermilch gerinnt nach zwei bis drei Tagen zu der bekannten gallertartigen Masse. Wird sie jeden Tag zum Kochen erhitzt, so läßt sie sich eine unbegrenzte Zeit hindurch aufbewahren. In gleicher Weise verhält sich der so leicht veränderliche Traubensaft oder jede der Gährung fähige Flüssigkeit; zum Sieden erhitzt, hört alle Gährung auf; der gekochten Bierwürze muß man Hefe, nämlich eine in den Zustand der Zersetzung bereits übergegangene Substanz zusetzen, um in der kürzesten Zeit die Gährung eintreten zu machen.

Es ist leicht einzusehen, daß, wenn in, der Fäulniß, Gährung und Verwesung fähigen Substanzen, durch Hülfe einer höheren Temperatur der eigenthümliche Zustand aufgehoben worden ist, in den sie durch Berührung mit der Luft, auch wenn diese nur einen Augenblick gedauert hat, versetzt werden, und man von da an den Sauerstoff, als die erste und alleinige Ursache seines Wiedereintretens, ausschließt, diese Substanzen ihre Beschaffenheit und alle Eigenschaften unbegrenzte Zeiten hindurch behalten müssen, die sie beim Eintreten des Siedens besaßen. Die Materie hat für sich selbst keine

Bewegungsfähigkeit; ohne daß eine äußere Ursache auf die Atome einwirkt, wechselt keines derselben seinen Platz, ändert keines seine Eigenschaften.

Füllt man Traubensaft in eine Flasche ein, die man luftdicht verschließt, und legt sie einige Stunden oder so lange in siedendes Wasser, bis daß er die Siedhitze angenommen hat, so wird während des Erhitzens die geringe Menge Sauerstoff, welche mit der Luft in die Flasche eingeschlossen worden war, von den Bestandtheilen des Saftes aufgenommen, und damit die Ursache einer jeden weiteren Störung entfernt; er gährt jetzt nicht mehr und bleibt süß, und dieser Zustand hält sich, bis die Flasche geöffnet und mit der Luft wieder in Berührung gebracht wird. Von diesem Augenblicke an stellt sich die nämliche Veränderung wieder ein, welche der frische Saft erleidet; nach wenigen Stunden befindet er sich in voller Gährung, die durch Aufkochen ganz wie im Anfange unterbrochen und aufgehalten werden kann.

Von diesen Erfahrungen, die für alle organische Materien ohne Ausnahme eine gleiche Geltung haben, hat man die schönsten Anwendungen gemacht. Während man sonst auf langen Seereisen nur auf gesalzene und geräucherte Speisen beschränkt war, durch welche die Gesundheit der Mannschaft und der Reisenden zuletzt litt, während sonst Tausende von Menschen ihr Leben durch den bloßen Mangel an frischen, in Krankheiten durchaus

nothwendigen Nahrungsmitteln einbüßten, werden jetzt alle diese Unbequemlichkeiten oder Gefahren immer seltener. Es ist dies gewiß eins der wohlthätigsten Geschenke, welche das Leben von der Wissenschaft durch Gay-Lussac empfing.

In Leith bei Edinburgh, in Aberdeen, in Bordeaux und Marseille, so wie in Deutschland haben sich Kochhäuser von größter Ausdehnung aufgethan, in welchen auf die reinlichste Weise Suppen, Gemüse, Fleischspeisen aller Art zubereitet und in die größten Entfernungen hin versendet werden. Die fertigen Speisen werden in Büchsen von verzinntem Eisenblech eingeschlossen, die Deckel sodann luftdicht verlöthet und in einem hierzu geeigneten Ofen der Temperatur des siedenden Wassers ausgesetzt. Wenn dieser Hitzgrad die Masse in der Büchse bis zur Mitte hin durchdrungen hat, was, wenn sie in siedendes Wasser gelegt werden, immer drei bis vier Stunden dauert, so haben jetzt diese Speisen eine, man kann sagen, ewige Dauer. Wird die Büchse nach Jahren geöffnet, so sieht der Inhalt gerade so aus wie in dem Augenblick, wo er eingefüllt wurde; die Farbe des Fleisches, der Gemüse, der Geschmack und Geruch sind völlig unverändert. Diese schätzbare Aufbewahrungsmethode hat in einer Menge Haushaltungen dieser Gegend, in Frankfurt und Darmstadt Eingang gefunden und die Hausfrauen in den Stand gesetzt, den Tisch im Winter

mit den seltensten Gemüsen des Frühlings und Sommers, sowie mit Fleisch- und andern Gerichten zu zieren, die sonst nur zu gewissen Jahreszeiten zu haben sind. Ganz besonders wichtig wird dieses Verfahren zur Proviantirung von Festungen werden, da der Verlust, den man durch Veräußerung der alten und ihrer Erneuerung durch neue Vorräthe, namentlich von Fleisch (Schinken rc.) erleidet, bei weitem größer ist, als der Werth der Büchsen, die sich noch überdies nach sorgfältiger Reinigung wiederholt benutzen lassen.

Wenn man mit den Erscheinungen der Fäulniß und Gährung die Vorgänge in belebten thierischen Körpern vergleicht, so wird es sehr wahrscheinlich, daß eine Menge von Wirkungen, welche man gewohnt ist, besonderen vitalen Thätigkeiten zuzuschreiben, durch die nämliche Ursache bedingt werden, auf welcher die Gährung und Fäulniß beruhen. Diese Beziehungen sind bereits seit Jahrhunderten von Naturforschern und Aerzten wahrgenommen und hervorgehoben worden, und viele der letzteren betrachten noch heute, im Gegensatz zu der entwickelten Ansicht, gewisse vitale Thätigkeiten oder Lebensäußerungen als die Ursache der Fäulniß und Gährung.

Es ist erwähnt worden, daß die Bestandtheile des Thierkörpers, welche seine Hauptmasse ausmachen, das Albumin, Fibrin, Membranen und Häute, sowie der Käsestoff im Zustand der Fäulniß auf eine Menge Ma-

terien eine bestimmte Wirkung äußern, deren sichtbares Zeichen eine chemische Veränderung des Stoffes ist, der damit in Berührung gebracht wurde; es ist ferner eine feststehende Thatsache, daß die aus diesen Stoffen erzeugbaren Produkte nicht immer dieselben sind, sondern daß sie sich mit dem Zustand der Zersetzung des Gährungserregers ändern.

Wenn aber ein Wechsel des Ortes und der Lagerung der Elementartheilchen thierischer Stoffe außerhalb des Körpers einen ganz bestimmten Einfluß auszuüben vermag auf eine Menge organischer Substanzen, wenn diese, damit in Berührung, zersetzt und aus ihren Elementen neue Verbindungen gebildet werden; wenn man in Betracht zieht, daß zu den letzteren, nämlich zu den der Gährung fähigen, alle Stoffe gehören, welche Bestandtheile der Nahrung der Menschen und Thiere ausmachen, so kann man kaum daran zweifeln, daß diese Ursache in dem Lebensproceß eine wichtige Rolle übernimmt, daß sie an den Veränderungen, welche die Nahrungsmittel erleiden, wenn sie zu Fett oder zu Bestandtheilen der Organe werden, oder an der Bildung der Secrete, der Milch des Harns einen mächtigen Antheil hat. Wir wissen ja, daß in allen Theilen des lebendigen Thierkörpers in jedem Zeitmomente ein Wechsel vor sich geht, daß belebte Körpertheilchen austreten, daß ihre Bestandtheile, Albumin,

Fibrin, Membranen oder wie sie sonst heißen mögen, sich zu neuen Produkten ordnen, daß ihre Elemente zu neuen Produkten zusammentreten, und wir müssen unsern Erfahrungen gemäß voraussetzen, daß durch diese Beschaffenheits-Aenderung selbst, an allen Punkten wo sie Statt findet, je nach ihrer Richtung und Stärke, in allen Bestandtheilen des Blutes und der Nahrung, die damit in Berührung kommen, eine parallel-laufende Aenderung in ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit bemerkt wird, daß mithin der Stoffwechsel eine Hauptursache der Veränderungen, welche die Nahrungsmittel erleiden, und eine Bedingung des Ernährungsprocesses ist, daß mit jeder durch eine Krankheitsursache bewirkten Aenderung in dem Umsetzungsprocesse eines Organs oder einer Drüse oder eines Bestandtheils derselben, die Wirkung dieses Organs auf das zugeführte Blut oder auf die Beschaffenheit des Secretes sich gleichfalls ändert, daß die Wirkung einer Menge von Arzneimitteln auf dem Antheil beruht, den sie an dem Stoffwechsel nehmen, daß sie in vielen Fällen dadurch, daß sie die Richtung und Stärke der im Organe wirksamen Thätigkeit ändern, beschleunigen, verlangsamen oder aufhalten, einen Einfluß auf die Qualität des Blutes ausüben.

Durch die Erkenntniß der Ursache der Entstehung und Fortpflanzung der Fäulniß in organischen Atomen ist zuletzt die Frage über die Natur vieler Contagien und Mias-

men einer einfachen Lösung fähig; sie reduzirt sich auf folgende:

Gibt es Thatsachen, welche beweisen, daß gewisse Zustände der Umsetzung oder Fäulniß einer Materie sich ebenfalls auf Theile oder Bestandtheile des lebendigen Thierkörpers fortpflanzen, daß durch die Berührung mit dem faulenden Körper in diesen Theilen ein gleicher oder ähnlicher Zustand herbeigeführt wird, wie der ist, in welchem sich die Theilchen des faulenden Körpers befinden? Diese Frage muß entschieden bejaht werden.

Es ist Thatsache, daß Leichen auf anatomischen Theatern häufig in einen Zustand der Zersetzung übergehen, der sich dem Blute im lebenden Körper mittheilt; die kleinste Verwundung mit Messern, die zur Section gedient haben, bringen einen oft lebensgefährlichen Zustand hervor. *) Der von Magendie beobachteten Thatsache, daß in Fäulniß begriffenes Blut, Gehirnsubstanz, Galle, faulender Eiter rc., auf frische Wunden gelegt, Erbrechen, Mattigkeit und nach längerer oder kürzerer Zeit den Tod bewirken, ist bis jetzt nicht widersprochen worden. (S. Anhang 3.)

Es ist ferner Thatsache, daß der Genuß mancher Nahrungsmittel wie Fleisch, Schinken, Würste in ge-

*) Fälle, in denen Personen dieser furchtbaren Vergiftung zum Opfer fallen, sind nicht selten; so noch vor kurzem Dr. Kolletschka in Wien, Dr. Bender in Frankfurt a. M.

wissen Zuständen der Zersetzung, in dem Leibe gesunder Menschen die gefährlichsten Krankheitszustände, ja den Tod nach sich ziehen. (Anhang Nr. 4.)

Diese Thatsachen beweisen, daß eine im Zustand der Zersetzung begriffene thierische Substanz einen Krankheitsproceß im Leibe gesunder Individuen hervorzubringen vermag. Da nun unter Krankheitsproducten nichts anders verstanden werden kann, als Theile oder Bestandtheile des lebendigen Körpers, die sich in einem von dem gewöhnlichen abweichenden Zustand der Form und Beschaffenheitsveränderung befinden, so ist klar, daß durch solche Materien, so lange sich dieser Zustand noch nicht vollendet hat, die Krankheit auf ein zweites, drittes u. s. w. Individuum wird übertragen werden können.

Wenn man noch überdieß in Betracht zieht, daß alle diejenigen Substanzen, welche die Fortpflanzungsfähigkeit der Contagien und Miasmen vernichten, gleichzeitige Bedingungen sind zur Aufhebung aller Fäulniß und Gährungsprocesse, daß unter dem Einfluß empyreumatischer Substanzen, wie Holzessig z. B., welche der Fäulniß kräftig entgegenwirken, der Krankheitsproceß in bösartig eiternden Wunden gänzlich geändert wird, wenn in einer Menge von contagiosen Krankheiten, namentlich im Typhus freies und gebundenes Ammoniak, in der Luft, im Harn und in den Fäces (als phosphorsau-

res Bittererde-Ammoniak) wahrgenommen wird, so scheint es unmöglich, über die Entstehung und Fortpflanzung einer Menge contagioser Krankheiten irgend einen Zweifel hegen zu können.

Es ist zuletzt eine allgemeine Erfahrung, daß sich „der Ursprung epidemischer Krankheiten häufig von Fäulniß großer Mengen thierischer und pflanzlicher Stoffe herleiten läßt, daß miasmatische Krankheiten da epidemisch sind, wo beständig Zersetzung organischer Wesen statt findet, in sumpfigen und feuchten Gegenden, sie entwickeln sich epidemisch unter denselben Umständen nach Ueberschwemmungen; ferner an Orten, wo eine große Menschenzahl bei geringem Luftwechsel zusammengedrängt ist, auf Schiffen, in Kerkern, und belagerten Orten." (Henle Untersuchungen S. 52, ferner S. 57.) Niemals aber kann man mit solcher Sicherheit die Entstehung epidemischer Krankheiten voraussagen, als wenn eine sumpfige Fläche durch anhaltende Hitze ausgetrocknet worden ist, wenn auf ausgebreitete Ueberschwemmung starke Hitze folgt. (S. Anhang Nr. 5.)

Hiernach ist nach den Regeln der Naturforschung der Schluß vollkommen gerechtfertigt, daß in allen Fällen, wo ein Fäulnißproceß der Entstehung einer Krankheit vorausgeht, oder wo durch feste, flüssige oder luftförmige Krankheitsproducte die Krankheit fortgepflanzt werden kann, und wo keine näher liegende Ursache der

Krankheit ermittelbar ist, daß die im Zustande der Umsetzung begriffenen Stoffe oder Materien in Folge ihres Zustandes, als die nächsten Ursachen der Krankheit angesehen werden müssen.

Den unterrichteten und aufmerksamen Aerzten ist es längst bekannt, daß der Unterschied von guter gesunder Nahrung und von schlechter, welche letztere als die Ursache von vielen Krankheiten angesehen wird, nicht auf der Natur des Nahrungsmittels, sondern auf einer gewissen Beschaffenheit oder einem gewissen Zustande desselben beruht, der beim Fleisch z. B. häufig auf einen Krankheitszustand des Thieres, von dem es genommen ist, zurückgeführt werden kann; daß die nützlichen und wohlthätigen Wirkungen, welche eine zweckmäßige Ventilation auf die Erhaltung des Gesundheitszustandes äußern, häufig z. B. in Krankenzimmern durch Verdampfung sehr geringer Mengen Salpetersäure (nicht Chlor, welches in den meisten Fällen schädlich wirkt), oder an gewissen Orten durch Verbrennung von etwas Schwefel erzielt werden können, durch Materien also, von denen man weiß, daß sie schädliche Gase zerstören oder ihren Zustand der Umsetzung vernichten.

Neunzehnter Brief.

Ueber die Ursachen der so merkwürdigen Erscheinungen, welche nach dem Tode der Pflanzen und Thiere sich einstellen, und die ihre Auflösung in unorganische Verbindungen, ihr Verschwinden von der Erdoberfläche bewirken, haben sich einige Naturforscher und namentlich viele Physiologen und Aerzte eine eigenthümliche Ansicht gebildet, welche der Erwähnung kaum werth wäre, wenn sie nicht die Grundlage ganz falscher Vorstellungen über das Wesen des Lebensprocesses überhaupt und namentlich mancher pathologischer Zustände und gewisser Krankheitsursachen abgäbe.

Sie betrachten nämlich die Gährung oder das Zerfallen höherer organisch-vegetabilischer Atome in einfachere Verbindungen als die Wirkung der Lebensäußerungen vegetabilischer, die Fäulniß oder denselben Vorgang in Thiersubstanzen, als bedingt durch die Entwickelung oder die Gegenwart thierischer Wesen. Dieser Ansicht entsprechend, nehmen sie als eine einfache Folgerung an, daß die Entstehung von miasmatischen

oder contagiösen Krankheiten, insofern sie sich auf das Vorhandensein von Fäulnißprocessen zurückführen lassen, denselben oder ähnlichen Ursachen zugeschrieben werden müsse.

Die nächsten und wichtigsten Stützen dieser Ansicht über die Gährung lassen sich auf Beobachtungen zurückführen, welche sich auf die Alkoholgährung und das Verhalten der Wein- und Bierhefe beziehen. Durch die microscopische Untersuchung der Pflanzenphysiologen und Botaniker ist nämlich ermittelt worden, daß die Wein- und Bierhefe aus einzelnen, oft perlschnurartig zusammengereihten Kügelchen besteht, welche alle Eigenthümlichkeit von belebten Pflanzen-Zellen besitzen, und mit gewissen niedern Pflanzengattungen, gewissen Pilzen oder Algen die größte Aehnlichkeit haben. In den bekannten in Gährung übergehenden Pflanzensäften bemerkt man nach mehreren Tagen kleine Pünktchen, welche sich von Innen aus vergrößern, man bemerkt einen körnigen Inhalt, umgeben von einer hellen Hülle.

Die chemische Untersuchung hat in Uebereinstimmung mit diesen Beobachtungen dargethan, daß die Zellenwand der Bierhefekügelchen aus einer stickstofffreien, der Cellulose in ihrer Zusammensetzung gleichen Materie besteht, welche unauflöslich zurückbleibt, wenn die mit Wasser ausgewaschene Hefe mit schwachen kaustischen Alkalien behandelt wird. Die alkalische Flüssigkeit nimmt

eine Materie auf, welche allen Stickstoff der Hefenkügelchen enthält, und die in ihrer Zusammensetzung und ihrem chemischen Verhalten wenig und vorzüglich nur im Sauerstoffgehalte von dem Kleber der Getreidearten verschieden ist. Nach dem Einäschern hinterläßt die Hefe eine Asche, welche identisch in Beziehung auf ihre Bestandtheile mit der Asche des Getreideklebers ist.

Es ist hervorgehoben worden, daß in der gährenden Bierwürze die Bildung und Abscheidung der Hefenzellen gleichen Schritt hält mit der Entstehung der Kohlensäure und des Alkohols; wenn der Zucker zersetzt ist so erzeugt sich keine Hefe mehr; die Hefe enthält den stickstoffhaltigen Bestandtheil des Malzes oder der Gerste, von welchem bei einem gewissen Gehalt an Zucker, die Flüssigkeit nach der Gährung nur Spuren in Auflösung zurückbehält.

Das gleichzeitige Auftreten der Hefenzellen und der Zersetzungsproducte des Zuckers, ist es vorzüglich, womit man die Meinung zu begründen versucht hat, daß die Gährung des Zuckers eine Wirkung des Lebensprocesses sei, eine Folge der Entwickelung, des Wachsthums und der Fortpflanzung dieser niedrigen Pflanzengebilde.

Wenn man unter vitaler Thätigkeit die Fähigkeit eines Keimkorns oder eines Saamens versteht, gewisse Materien von Außen, Kraft der in ihnen wirkenden Ursachen aufzunehmen und zu Theilen ihrer selbst überge-

hen zu machen, so beweist die Bildung der Hefenzellen in der gährenden Bierwürze ohne allen Zweifel das Vorhandensein einer vitalen Thätigkeit; aus einer gewissen Menge Zucker ist höchst wahrscheinlich die Zellenwand gebildet worden, die aus einer niemals in kristallinischer Form auftretenden und in der organischen Reihe höher als der Zucker stehenden Verbindung besteht; aus dem Kleber des Malzes entstand der Zelleninhalt der unter andern, Theile enthält, Sporen oder Keimkörner, welche in frischer Bierwürze die Entstehung und Entwickelung neuer Zellen bedingen.

Wenn aber die Entwickelung Vermehrung und Fortpflanzung dieser Pflanzengebilde die Ursache der Gährung ist, so müßte überall, wo wir diese Wirkung wahrnehmen, vorausgesetzt werden, daß auch ihre Bedingungen, nämlich Zucker, aus welchem sich die Zellenhaut und Kleber, aus dem sich ihr Inhalt bilden könne, vorhanden sind.

Das Merkwürdigste in den Erscheinungen der Gährung und grade dasjenige was bei der Erklärung vorzüglich in Betracht kommt, besteht aber darin, daß die fertig gebildeten, ausgewachsenen Hefenzellen die Ueberführung des reinen Rohrzuckers in Traubenzucker und dessen Auseinanderfallen in ein Volum Kohlensäure und ein Volum Alkoholdampf bewirken, und daß die Elemente des

Zuckers ohne allen Verlust in diesen Producten wiedererhalten werden, daß also, da drei Pfund Hefe (trocken gedacht) zwei Centner Zucker zur Zerlegung bringen, eine sehr mächtige Wirkung statt hat, ohne allen nachweisbaren Verbrauch von Stoff zu dem vitalen Zweck der Zellenbildung; wäre die Gährung erregende Eigenschaft abhängig von der Entwickelung, Fortpflanzung und Vermehrung der Hefezellen, so würden diese in reinem Zuckerwasser, in welchem die andere Hauptbedingung zur Aeußerung dieser vitalen Eigenschaften, die zur Erzeugung des Zelleninhalts nothwendige stickstoffhaltige Substanz fehlt, keine Gährung hervorbringen können.

Die Erfahrung zeigt, daß in diesem Fall die Hefenzellen nicht Gährung bewirken, weil sie sich fortentwickeln, sondern in Folge der Veränderung ihres stickstoffhaltigen Zelleninhalts, der in Ammoniak und andere Producte zerfällt, in Folge also einer Zersetzung, welche der grade Gegensatz eines organischen Bildungsprocesses ist; mit immer erneuerter Zuckerlösung zusammengebracht, verliert nämlich die Hefe allmälig ihre Fähigkeit, Gährung zu erregen vollständig, und es bleiben zuletzt nur ihre stickstofffreien Hüllen oder Zellenwände in der Flüssigkeit zurück.

Es geht hieraus hervor, daß die Ursache des Auseinanderfallens der Zuckerbestandtheile nicht in einem

Vegetationsprocesse gesucht werden kann, weil diese Erscheinung Statt hat, ohne daß sich die Hefenzellen als vegetabilisches Gebilde reproduciren, und unter Umständen die ihre Fähigkeit der Fortpflanzung und Vermehrung vernichten; es ist offenbar, daß diese Ursache auf dem Vorhandensein einer Thätigkeit beruht, welche fortdauert, auch wenn die Bedingungen der Zellenbildung ausgeschlossen sind.

Wenn man ferner ins Auge faßt, daß die Wirkung der Hefe sich nicht auf den Zucker allein beschränkt, daß andere Materien von einer ganz verschiedenen Zusammensetzung in Berührung damit eine ähnliche Zersetzung wie der Zucker erleiden, daß Gerbsäure in einer gährenden Zuckerlösung in Gallussäure, die Aepfelsäure des äpfelsauren Kalkes in Bernsteinsäure, Essigsäure, Kohlensäure, übergeführt werden, daß eine thierische Membran oder der weiße Bestandtheil der süßen Mandeln, Materien, welche eine von Kleber verschiedene Zusammensetzung haben, im Zustand der Fäulniß, ganz dieselbe Zersetzung, wie die Hefe, hervorbringen, so ergibt sich von selbst, daß die eigenthümliche Wirkung der Hefe auf einer allgemeineren Ursache beruht und nicht abhängig ist vom Zucker und die Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure nicht abhängig ist von einer constanten Beschaffenheit der Hefe.

Die Beobachtung zeigt, daß die Bierhefe sich selbst

überlassen, ihre Eigenschaft, die Alkoholgährung zu erregen sehr rasch verliert, daß sie dieselbe einbüßt, wenn sie bis zur Zerstörung aller organischen Form auf einem Reibstein zerrieben wird, daß aber damit ihre zersetzende Wirkung auf organische Materien überhaupt, nicht verschwindet. Denn sie gewinnt dadurch jetzt die Fähigkeit, Zucker in Milchsäure, und die Milchsäure des milchsauren Kalkes in Buttersäure, Mannit, Wasserstoffgas und Kohlensäure überzuführen; es sind dieß Wirkungen, welche wahrgenommen werden, ohne daß eine vegetabilische Bildung dabei nachweisbar ist.

Alles dieß zusammengenommen beweist, daß weder die organische Form, noch die chemische Zusammensetzung, sondern lediglich ein gewisser Zustand des in den Hefezellen enthaltenen stickstoffhaltigen Bestandtheils als die Ursache der Zersetzung des Zuckers in der Alkoholgährung angesehen werden muß.

Die Gährung des Weins und der Bierwürze ist keine für sich isolirt stehende Erscheinung, sondern es sind einzelne Fälle von vielen andern, die in dieselbe Klasse gehören. Die Alkoholgährung, in sofern sie von der Bildung oder Zersetzung von Pilzen begleitet ist, unterscheidet sich von andern Gährungen, in denen keine pflanzlichen Gebilde wahrgenommen werden, dadurch, daß die Produkte, die sich aus dem Kleber bilden, neben den chemischen noch gewisse vitale Eigenschaften besitzen;

der Kleber, das Pflanzenalbumin, Pflanzencasein der Pflanzensäfte erregen Gährung, weil sie in Zersetzung übergehen, ihre Wirkung beruht auf dem Zustand des Wechsels in der Form und Beschaffenheit ihrer Elementartheilchen; indem sie sich verändern und abgeschieden werden, nehmen sie in Folge der Mitwirkung anderer untergeordneter Bedingungen die Formen eines niederen Pflanzengebildes an, deren vitale Eigenthümlichkeiten auf einem Uebergangszustand beruhen und mit dessen Vollendung erlöschen. Als Pilz oder Alge hat die Hefenzelle keine selbstständige Existenz.

Als einzelner Fall bedarf die Zuckergährung keiner besonderen Erklärung, indem sich dem Vorgang kein anderer Ausdruck unterlegen läßt, wie der, welcher in den vorhergehenden Briefen entwickelt ist. Der Zucker zerlegt sich in Alkohol und Kohlensäure in Folge einer Aufhebung des Gleichgewichts in der Anziehung seiner Elemente, welche bedingt ist durch eine Substanz, deren Elementartheilchen sich in einem Zustand der Bewegung befinden.

Unter den Gährungsprocessen ist bis jetzt, wie erwähnt, nur die Alkoholgährung mit einiger Genauigkeit studiert und es liegen Beobachtungen vor, daß in Pflanzensäften bei Ausschluß der atmosphärischen Luft Gährung erfolgen, daß Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerfallen kann, ohne daß die Erzeugung von Gährungs-

pilzen nachweisbar ist (Döpping, Struve, Karsten), in vielen andern Gährungsprocessen sind zuletzt constant vorkommende Pflanzengebilde nicht wahrgenommen worden. Ein wirklicher Zusammenhang der vitalen Eigenschaften dieser organischen Wesen und der Bildung der Gährungsprodukte ist nicht entfernt bewiesen und Niemand hat auch nur den Versuch gemacht, beide Erscheinungen in Verbindung zu bringen und zu erklären, wie und auf welche Weise eine Pflanze die Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bedinge. Wenn man die Gründe, womit diese vitalistische Ansicht gestützt und vertheidigt wird, näher beleuchtet, so glaubt man sich in das Kindesalter der Naturforschung zurückversetzt. Es war eine Zeit, wo man über den Ursprung des Kalks in den Knochen, der Phosphorsäure im Gehirn, des Eisens im Blute, der Alkalien in den Pflanzen sich keine Rechenschaft zu geben vermochte, und wir finden es unbegreiflich, daß diese Unwissenheit als ein Beweis für die Meinung angesehen werden konnte, der thierische Organismus besitze die Fähigkeit, Eisen, Phosphor, Kalk, Kali vermöge der in ihm wirkenden lebendigen Kräfte aus einer Nahrung zu erzeugen, in welcher diese Stoffe fehlten. Mit dieser bequemen Erklärung war die Frage nach dem Ursprung natürlich abgeschlossen, die eigentliche Forschung hörte damit auf.

Die einfache Wahrnehmung führt in der Betrach-

tung gewisser Gährungs- und Fäulnißprocesse auf das Vorhandensein lebender Wesen, und ohne weitere Fragen zu stellen, wird die Gegenwart der letzteren, deren Ursprung völlig dunkel ist, mit den Fäulniß- und Gährungsprodukten in Verbindung gebracht; weil man keine andere Ursache aufzufinden weiß, welche die Bildung dieser Produkte erklärt, wird eine Ursache zu Hülfe genommen, welche vollkommen unverständlich ist.

Was die Meinung betrifft, daß die Fäulniß thierischer Substanzen von mikroskopischen Thieren bewirkt werde, so läßt sie sich mit der Ansicht eines Kindes vergleichen, welches den raschen Fall und Lauf des Rheinstromes durch die vielen Rheinmühlen bei Mainz sich erklärt, deren Räder das Wasser mit Gewalt nach Bingen hin bewegen.

Ist es denkbar, Pflanzen und Thiere als Ursachen von Wirkungen anzusehen, als Vernichter und Zerstörer von Pflanzen- und Thierleibern, wenn sie selbst und ihre eigenen Bestandtheile den nämlichen Zerstörungsprocessen unterliegen?

Wenn der Pilz die Ursache der Zerstörung eines Eichbaums, das mikroskopische Thier die Ursache der Fäulniß eines todten Elephanten ist, was bewirkt denn nach seinem Absterben die Fäulniß des Pilzes, die Fäulniß und Verwesung des todten mikroskopischen Thieres? Sie gähren, faulen und verwesen ja auch, und verschwin-

den allmählig ganz wie der Baum und das große Thier, und liefern zuletzt die nämlichen Producte!

Es ist unmöglich, sich dieser Ansicht hinzugeben, wenn man bedenkt, daß die Gegenwart mikroskopischer Thiere in faulenden Stoffen ganz zufällig ist, daß man ihr Erscheinen meistens durch Ausschluß des Lichtes verhindern kann, daß diese Stoffe in Fäulniß und Verwesung ohne alle Mitwirkung derselben versetzt werden können, daß in tausend Fällen im faulenden Harn, Käse, Galle, Blut kein Thier dieser Art wahrgenommen wird, daß sie in andern erst in einer gewissen Periode erscheinen, wo die Gährung oder Fäulniß längst begonnen hat.

Die Fäulniß von der Gegenwart mikroskopischer Thiere abzuleiten, ist gerade so, wie wenn man den Käfern, die in Beziehung auf ihre Nahrung auf Thierexcremente angewiesen sind, oder den Würmern, die man im Käse findet, den Zustand der Zersetzung der Excremente oder des Käses zuschreiben wollte.

Die Gegenwart mikroskopischer Thiere, die man oft in so ungeheurer Anzahl in verwesenden Materien wahrnimmt, kann an sich nicht auffallend sein, da sie offenbar in denselben die Bedingungen zu ihrer Ernährung und Entwickelung vereinigt vorfinden; ihr Erscheinen ist nicht wunderbarer, wie die Züge der Salmen aus dem Meere nach den Flüssen, oder das Entstehen der Salzpflanzen in der Nähe der Salinen; der einzige Unter-

schied liegt ja nur darin, daß wir in letztern Fällen ihren Weg verfolgen können, während sich die Keime der Pilze und Eier der Infusorien, ihrer außerordentlichen Kleinheit und des ungeheuren Luftmeeres wegen, durch welches sie verbreitet werden, unserer Beobachtung entziehen. Sie müssen überall zum Vorschein kommen, wo der Entwicklung des Keimes oder des Eies keine Hindernisse entgegenstehen.

Sicher ist, daß durch ihre Gegenwart die Verwesung außerordentlich beschleunigt wird; ihre Ernährung setzt ja voraus, daß sie die Theile des todten Thierleibes zu ihrer eigenen Ausbildung verwenden, seine raschere und schnellere Zerstörung muß die unmittelbare Folge davon sein. Wir wissen, daß aus einem Individuum in sehr kurzer Zeit viele Tausende entstehen, daß ihr Wachsthum und ihre Entwickelung in gewisse Gränzen eingeschlossen sind. Haben sie eine gewisse Größe erreicht, so nehmen sie an Umfang nicht mehr zu, ohne daß sie deßhalb aufhören, Nahrung zu sich zu nehmen. Was wird nun — so muß man fragen — aus dieser Nahrung, die ihren Leib nicht mehr vergrößert? Muß sie nicht in ihrem Organismus eine ähnliche Veränderung erleiden, welche ein Stück Fleisch oder Knochen erfährt, das wir einem ausgewachsenen Hunde geben, dessen Körpergewicht davon nicht mehr vermehrt wird? Wir wissen genau, daß die Nahrung des Hundes zur Unterhaltung der Lebensprocesse

gedient hat und daß ihre Elemente in seinem Leibe die Form von Kohlensäure und Harnstoff erhalten, welcher letztere außerhalb mit Schnelligkeit in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt. Diese Nahrung erfährt also in dem Organismus dieselbe Veränderung, wie wenn wir sie trocken in einem Ofen verbrannt hätten, sie verweset in seinem Körper.

Ganz dasselbe geht in den verwesenden Thiersubstanzen vor sich; sie dienen den mikroskopischen Thieren zur Nahrung, in deren Leibern ihre Elemente verwesen; sie sterben, wenn die Nahrung verzehrt ist, und ihre Leiber gehen in Fäulniß und Verwesung über, und mögen vielleicht neuen Generationen anderer mikroskopischen Wesen zur Entwickelung dienen; aber der Vorgang an sich ist und bleibt ein Verbrennungsproceß, in welchem die Elemente des ursprünglichen Körpers, ehe sie sich mit dem Sauerstoff verbanden, zu Bestandtheilen lebendiger Wesen wurden, in welchem sie also in eine Reihe intermediärer Verbindungen übergingen, ehe sie in die letzten Produkte des Verwesungsprocesses zerfielen. Die Bestandtheile der Thiere, die sich im Körper mit dem Sauerstoff verbinden, gehören aber dem lebendigen Leibe nicht mehr an. Während der eigentlichen Fäulniß, der Zersetzung also der Thiersubstanzen, welche bei Abschluß des Sauerstoffs erfolgt, entwickeln sich Gase (Schwefelwasserstoffgas), welche giftig wirken und dem Leben, auch

der mikroskopischen Thiere, eine rasche Grenze setzen; nie finden sich in Menschen-Excrementen, während sie faulen, mikroskopische Thiere, die sich während ihrer Verwesung in Menge zeigen.

Eine weise Natureinrichtung hat die mikroskopische Thierwelt in Beziehung auf ihre Nahrung auf die todten Leiber höherer organischer Wesen angewiesen und in ihnen selbst ein Mittel geschaffen, den schädlichen Einfluß, den die Producte der Fäulniß und Verwesung auf das Leben höherer Thierklassen ausüben, auf die kürzeste Zeit zu beschränken. Die neuesten Entdeckungen, die man in dieser Beziehung gemacht hat, sind so wunderbar und außerordentlich, daß sie gewiß verdienen, einem größeren Kreise bekannt zu werden. Schon Rumford hatte beobachtet, daß Baumwolle, Seide, Wolle und andere organische Körper, in einem mit Wasser ganz angefüllten Gefäße dem Sonnenlichte ausgesetzt, nach drei bis vier Tagen zu einer Entwickelung von reinem Sauerstoffgas Veranlassung gaben. Mit der Erscheinung der ersten Gasblasen nimmt das Wasser eine grünliche Farbe an, und zeigt unter dem Mikroskope eine außerordentlich große Anzahl kleiner rundlicher Thiere, welche dem Wasser die Farbe geben. Von Conferven oder andern Pflanzen, von denen die Sauerstoffentwicklung hätte herrühren können, war nicht das Geringste wahrzunehmen.

Diese vor siebenzig Jahren gemachten Beobachtungen wurden durch neuere der Vergessenheit entrissen. In den Soolkasten der Saline Rodenberg in Kurhessen bildet sich eine schleimige, durchscheinende Masse, welche den Boden einen bis zwei Zoll hoch bedeckt und überall mit großen Luftblasen durchsetzt ist, die in Menge emporsteigen, sobald man mit einem Stocke die sie einschließenden Häute zerreißt. Nach einer Untersuchung von Pfankuch ist dieses Gas ein so reines Sauerstoffgas, daß sich ein glimmender Holzspan darin wieder entzündete, was durch Wöhler bestätigt wurde. Des Letzteren mikroskopische Untersuchung dieser Masse zeigte, daß sie fast ganz aus lebenden Infusorien, aus Navicula- und Gaillonella-Arten bestand, die in der Kieselguhr von Franzensbad und den Freiberger papierartigen Gebilden vorkommen; sie gab nach dem Auswaschen und Trocknen beim Glühen Ammoniak und hinterließ eine weiße Asche, welche aus den Kieselskeletten dieser Thiere bestand, die noch so scharf die Form der Thiere zeigten, daß man den frischen Schleim, nur ohne Bewegung, zu betrachten glaubte. Beinahe gleichzeitig zeigten die Herrn Ch. und A. Morren (in den Schriften der Academie in Brüssel, 1841), daß sich aus Wasser unter Mitwirkung organischer Verhältnisse Gas entwickle, welches bis zu einundsechszig Procent Sauerstoff enthalte, und daß dieses Phänomen dem Glamidomonas pulvisculus (Ehren-

berg) und einigen andern, noch niedriger stehenden grünen und rothen Thierchen zugeschrieben werden müsse. Der Autor selbst benutzte die Gelegenheit, die ein durch verschiedene Arten Infusorien grün gefärbtes Wasser aus einem Brunnentroge seines Gartens darbot, um sich von der Richtigkeit dieser merkwürdigen Thatsache zu überzeugen; es wurde durch ein Sieb mit sehr feinen Löchern fließen gelassen, um alle Conferven oder Pflanzentheile zurückzuhalten, und in einem ganz damit angefüllten, umgekehrten Becherglase, dessen Oeffnung mit Wasser gesperrt war, dem Sonnenlichte ausgesetzt. Nach vierzehn Tagen hatten sich über dreißig Kubikzolle so reines Sauerstoffgas in dem Glase gesammelt, daß ein glimmender Holzspahn sich sogleich darin wieder entflammte.

Ohne einen Schluß irgend einer Art in Hinsicht auf die Ernährungsweise dieser Thiere zu wagen, bleibt es nach diesen Beobachtungen gewiß, daß in einem Wasser, in welchem sich lebendige Infusorien unter der Einwirkung des Sonnenlichts befinden, eine Quelle der reinsten Lebensluft sich bildet; es bleibt gewiß, daß von dem Augenblicke an, wo diese Thiere in dem Wasser wahrgenommen werden, dieses Wasser aufhört, schädlich oder nachtheilig auf höhere Thierklassen und Pflanzen zu wirken; denn es ist unmöglich anzunehmen, daß sich reines Sauerstoffgas aus einem Wasser entwickeln kann, welches noch faulende oder verwesende Materien enthält,

Stoffe also, welche die Fähigkeit haben, sich mit Sauerstoff zu verbinden.

Denken wir uns einem solchen Wasser einen in Fäulniß oder Verwesung begriffenen Thierstoff zugesetzt, so muß er in einer solchen Sauerstoffquelle in einer unendlich viel kürzeren Zeit in seine letzten Producte aufgelöst werden, als wenn diese Infusorien darin fehlten.

In den verbreitetsten Klassen dieser Thiere (den grün- und rothgefärbten) erkennen wir demnach die wunderbarste Ursache, welche aus dem Wasser alle, das Leben höherer Thierklassen vernichtende Substanzen entfernt, und an ihrem Platze Nahrungsstoff für die Pflanzen und den zur Respiration der Thiere unentbehrlichen Sauerstoff schafft.

Sie können nicht die Ursachen der Fäulniß, der Erzeugung giftiger, auf das Pflanzen- und Thierleben schädlich wirkender Producte sein, sondern ein unendlich weiser Zweck bestimmt sie, den Uebergang der Elemente faulender organischer Materien in die letzten Producte zu beschleunigen.

Unter den Pilzen und Schwämmen gibt es viele Arten, die ohne alles Licht sich entwickeln, deren Zunahme an Masse, deren Leben begleitet ist von allen Erscheinungen, die das Thierleben charakterisiren; sie verderben die Luft und machen sie unathembar, indem sie Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen; in

chemischer Beziehung verhalten sie sich wie Thiere, denen Bewegung mangelt.

Im Gegensatz von dieser Klasse von Wesen, welche kaum Pflanzen zu nennen sind, gibt es lebendige Geschöpfe, mit Bewegung begabt und mit den Organen versehen, welche die Thiere charakterisiren, die sich am Lichte wie die grünen Pflanzen verhalten, welche, indem sie sich vermehren und vergrößern, Quellen schaffen von Sauerstoff, der durch sie überall hingelangt, wo sein Zutritt in der Form von Luft gehindert oder verschlossen ist.

Es ist klar, daß Infusorien nur an Orten zum Vorschein kommen, sich entwickeln und vermehren können, wo die ihnen nöthige Nahrung in der zur Aufnahme geeigneten Form in Ueberfluß dargeboten wird. Durch zwei Bestandtheile, welche der unorganischen Natur angehören, zeichnen sich mehrere, und zwar sehr verbreitete Arten vor andern aus. Dies ist die Kieselerde, woraus die Schalen oder Panzer vieler Navicula-Arten, Exilarien, Bacillarien ꝛc. bestehen, und Eisenoxyd, welches einen Bestandtheil vieler Gaillonellen ausmacht. Der kohensaure Kalk der Kreidethierchen ist den Gehäusen der gewöhnlichen Schalthiere völlig gleich.

Man hat sich darin gefallen, die ungeheuren Ablagerungen von Kieselerde, Kalk und Eisenoxyd in der Kieselguhr, dem Polirschiefer, dem Tripel, der Kreide, den Rasen- und Sumpferzen, dem Lebensproceß vorwelt-

licher Infusorien, die Bildung dieser Gebirgslager ihrer Lebensthätigkeit zuzuschreiben; allein man bedachte hierbei nicht, daß die Kreide, Kieselerde und das Eisenoxyd als nothwendige Bedingungen ihres Lebens vorhanden sein mußten, ehe sie sich entwickelten, daß diese Bestandtheile noch heute in dem Meere, den Seen und Sümpfen niemals fehlen, wo dieselben Thierklassen vorkommen.

Das Wasser, worin diese vorweltlichen Infusorien lebten, enthielt die Kieselerde und die Kreide in Auflösung, ganz geeignet, um sich in der Form von Marmor, Quarz und verwandten Gesteinen durch Verdunstung abzusetzen. Diese Abscheidung wäre unzweifelhaft in der gewöhnlichen Weise erfolgt, wenn das Wasser nicht nebenbei die faulenden und verwesenden Ueberreste vorangegangener Thiergeschlechter und durch sie die andern Bedingungen zum Leben der Kiesel- und Kalk-Infusorien enthalten hätte.

Ohne diese Substanzen zusammen vereinigt, würde keine dieser Thierklassen sich fortgepflanzt und zu so ungeheuren Massen vermehrt haben, sie waren nur zufällige Vermittler der Form, welche die kleinen Theilchen zeigen, woraus diese Ablagerungen bestehen; zufällig, insofern auch ohne diese Thiere die Abscheidung des Kalkes, der Kieselerde und des Eisenoxydes erfolgt wäre. Das Meerwasser enthält den Kalk der Korallenthiere, der zahllosen Schalthiere, die in diesem Medium leben, in

der nämlichen Form und Beschaffenheit, wie er in den Seen und Sümpfen enthalten war, worin die Kreidethierchen oder die Schalthiere, aus deren Gehäuse die Muschelkalk-Formation besteht, sich entwickelten.

Die Anhänger der Ansicht, nach welcher die Fäulniß eine Zersetzung organischer Stoffe, bedingt durch Infusorien und Pilze, ist, betrachten einen faulenden Körper als eine Infusorienhecke oder Pilzplantage, und wo organische Körper auf weiten Strecken in Fäulniß gerathen, müsse die ganze Atmosphäre mit Keimen derselben angefüllt sein. Die Keime dieser organischen Wesen, insofern sie sich in dem Leibe der Menschen und Thiere entwickeln, sind nach ihnen die Keime von Krankheitsursachen, aus ihnen bestehen die Contagien und Miasmen.

Die Grundlage dieser sogenannten Parasitentheorie läßt sich auf zwei Thatsachen zurückführen; die eine ist die Fortpflanzung der Krätze, die andere eine bei den Seidenraupen vorkommende Krankheit, die Muscardine.

Die Krätze ist eine Hautentzündung, veranlaßt durch den Reiz einer Milbe (**Acarus Scabiei, Sarcoptes humanus**), welche auf der Haut, richtiger in Gängen derselben lebt; zur Mittheilung der Krätze bedarf es einer dauernden Annäherung besonders zur Nachtzeit, weil die Krätzmilbe ein nächtliches Raubthier ist. Daß die Milbe wirklich das Contagium der Grätze sei, wird durch folgende Thatsachen erwiesen: Einimpfung des Eiters

aus Krätzpusteln erzeugt nicht Krätze, ebensowenig das Tragen der Krusten scabiöser Pusteln auf dem Arm; sodann kann die Krätze geheilt werden durch Abreiben der Milben mittelst Ziegelmehl, sie kann nicht übertragen werden durch männliche, sondern nnr durch befruchtete weibliche Krätzmilben. Zur allgemeinen Krankheit wird die Krätze durch Fortpflanzung; die Krankheit ist chronisch und heilt nicht von selbst. (Henle.)

Das Contagium der Krätze ist hiernach ein Thier mit Freßwerkzeugen, welches Eier legt, es heißt fixes Contagium, weil es nicht fliegen kann und weil seine Eier durch die Luft nicht verschleppt werden.

Die Muscardine ist eine Krankheit der Seidenraupe, welche von einem Pilz verursacht wird. Die Keime des Pilzes in den Körper der Raupe eingeführt, wachsen auf Kosten derselben nach Innen, nach dem Tode des Thieres durchbohren sie die Haut und auf ihrer Oberfläche erscheint ein Wald von Pilzen, welche allmählig vertrocknen und sich in einen feinen Staub verwandeln, welcher durch die leichteste Bewegung sich von dem Körper, auf dem er lagert, erhebt und in die Luft zerstreut; sie ist der Typus der flüchtigen Contagien. Gute Nahrung, vollkommne Gesundheit erhöhen die Ansteckungsfähigkeit der Individuen, auf welchen sich diese Keime verbreiten.

Man hat aber wahrgenommen, daß eine Menge von

Insecten nur in dem Leibe oder unter der Haut höherer Thiere sich entwickeln und fortpflanzen, und so durch sie in vielen Fällen Krankheit und Tod des höheren Thieres herbeigeführt wird. Wenn man sich darin gefällt, die Krätzmilbe ein Contagium zu nennen, so gehören alle Krankheiten, welche durch Thiere, durch Parasiten in gleicher Weise verursacht werden, zu den contagiösen Krankheiten, da die Größe oder Kleinheit des Thieres für die Erklärung keinen Unterschied abgeben kann.

Man hat parasitische Pflanzen, ähnlich der Muscardine, an kranken Fischen, an Infusorien, an Hühnereiern wahrgenommen, und es ist hiernach gewiß, daß diese Beobachtungen eine Reihe von Thatsachen feststellen, welche in der Pflanzen- und Thierwelt überaus häufig wahrgenommen werden, nämlich Krankheit und Absterben durch Parasiten, die ausschließlich nur auf Kosten der Bestandtheile anderer Thiere oder Pflanzen leben; und wenn es zulässig ist, einen Pilz mit dem Namen Contagium zu bezeichnen, so muß zugegeben werden, da die Größe oder Kleinheit die Anschauungsweise nicht ändern kann, daß es 6 bis 8 Zoll lange Contagien gibt, denn der Pilz **Sphaeria Robertii**, der sich in dem Leibe der neuseeländischen Raupe entwickelt, erreicht diese Größe.

Wenn man aber weiß, daß die Krätze durch Thiere und andere Krankheitszustände durch Pilzsporen fortgepflanzt werden, so bedarf es keiner besonderen Theorie, um die Mit-

theilung und Ansteckung zu erklären, und es versteht sich ganz von selbst, daß alle Zustände zu derselben Klasse gehören, wenn durch die Beobachtung gleiche oder ähnliche Ursachen der Fortpflanzung nachgewiesen worden sind.

Wenn man nun fragt, welche Resultate die Forschung nach gleichen oder ähnlichen Ursachen bei andern ansteckenden Krankheiten geliefert hat, so erhält man zur Antwort, daß in dem Contagium der Pocken, der Pest, der Syphilis, des Scharlachs, der Masern, des Typhus, des gelben Fiebers, des Milzbrandes, der Wasserscheu die gewissenhafteste Beobachtung nicht im Stande gewesen ist, Thiere oder überhaupt organisirte Wesen, denen das Fortpflanzungsvermögen zugeschrieben werden könnte, nachzuweisen.

Es gibt demnach Krankheiten, welche durch Thiere verursacht werden, durch Parasiten, die sich in dem Leibe anderer Thiere entwickeln und auf Kosten ihrer Bestandtheile leben, sie können mit andern Krankheiten nicht verwechselt werden, wo diese Ursachen völlig fehlen, so viele Aehnlichkeit sie auch in ihren äußeren Erscheinungen mit einander haben mögen. Es ist möglich, daß für eine oder die andere contagiöse Krankheit weitere Untersuchungen den Beweis liefern, daß sie zu der Klasse der durch Parasiten bedingten Krankheiten gehören; so lange aber dieser Beweis noch nicht geliefert ist, müssen sie

nach den Regeln der Naturforschung ausgeschlossen bleiben. Die Aufgabe der Wissenschaft ist es, für diese andern Krankheiten die besonderen Ursachen, durch die sie hervorgebracht werden, zu ermitteln; die Frage darnach muß gestellt werden, sie wird auf den Weg führen sie zu finden.

Die größte Schwierigkeit in dieser Art Untersuchungen liegt offenbar darin, daß wir an einer gewissen Grenze angekommen, die Wirkungen der in einem belebten Wesen thätigen Kräfte von denen der physikalischen Kräfte nicht mehr zu unterscheiden vermögen. Alle Bemühungen die Linie, welche das Thier und die Pflanze scheidet, d. h. bestimmte unterscheidende Merkzeichen zwischen beiden aufzufinden, sind bis jetzt ohne Erfolg gewesen. Was wir finden sind Uebergänge, aber keine Grenzen. Es gibt Aktionen, welche durch physikalische Kräfte bedingt werden, und die in ihrer Erscheinung eine Menge Eigenthümlichkeiten der in belebten Wesen wirkenden Ursachen an sich tragen. In einem Thiere der höheren Klassen beobachten wir in der Anordnung seiner Theile und in den von diesen ausgehenden wunderbaren Thätigkeiten eine so große und auffallende Verschiedenheit an allen Erscheinungen der unbelebten Natur, daß Viele verführt sind, sie besonderen, von den unorganischen ganz abweichenden Kräften zuzuschreiben; die vitalen Erscheinungen und ihre unbekannten Ursachen erschienen lange

Zeit hindurch den Forschern so überwiegend, daß man die Mitwirkung der chemischen und physikalischen Kräfte vergaß, daß man ihr Vorhandensein bestritt und leugnete; in den niedrigsten Pflanzengebilden sind, im Gegensatze hiezu, chemische und physikalische Thätigkeiten so vorherrschend, daß die Existenz der vitalen ganz besonderer Beweise bedarf; es gibt belebte Wesen, die in ihrer Gestalt unbelebten Niederschlägen gleichen; es ist Thatsache, daß geübte Beobachter krystallinische Bildungen für Algen oder Pilze gehalten und als solche beschrieben haben. An ihrer Grenzlinie sind die Wirkungen der chemischen Kräfte von denen der Lebenskraft nicht mehr unterscheidbar.

Es ist wunderbar genug, daß die in den Organismen thätige Kraft aus nicht mehr wie vier Elementen eine selbst in mathematischer Bedeutung unendliche Anzahl von Verbindungen hervorzubringen fähig ist; daß mit ihrer Hülfe aus Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff Körper entstehen, die alle Eigenschaften der Metalloxyde oder der anorganischen Säuren und Salze besitzen; daß an der Grenze der Verbindungen sogenannter anorganischer Elemente eine Reihe von organischen Elementen beginnt, so umfassend, daß wir sie noch gar nicht übersehen können. Wir sehen die ganze anorganische Natur, alle die zahlreichen Verbindungen der Metalle und Metalloide reproducirt in der organi=

schen; aus Kohlenstoff und Stickstoff, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, aus Stickstoff und Wasserstoff entstehen zusammengesetzte Atome, welche ihren Eigenschaften nach dem Chlor, oder dem Sauerstoff, oder dem Schwefel, oder einem Metall vollkommen gleichen, und zwar nicht nur in einzelnen wenigen, sondern in allen Eigenschaften.

Man kann sich kaum etwas Merkwürdigeres denken, als daß aus Kohlenstoff und Stickstoff eine gasförmige Verbindung (das Cyan) hervorgeht, in welcher Metalle unter Licht- und Wärme-Entwickelung wie im Sauerstoffgas verbrennen, ein zusammengesetzter Körper, der seinen Eigenschaften und seinem Verhalten nach ein einfacher Körper, ein Element ist, dessen kleinste Theile die nämliche Form wie die des Chlors, Broms und Jods besitzen, indem er sie in ihren Verbindungen ohne alle Aenderung der Krystallform vertritt. In dieser und keiner andern Form schafft der lebendige Körper Elemente, Metalle, Metalloide, Gruppen von Atomen so geordnet, daß die in ihnen thätigen Kräfte nach viel mannichfaltigeren Richtungen hin zur Aeußerung gelangen; allein es gibt in der Natur keine Kraft, die etwas aus sich selbst erzeugt und schafft, keine, welche fähig ist, die Ursachen zu vernichten, welche der Materie ihre Eigenschaften gibt; das Eisen hört nie auf, Eisen, der Kohlenstoff Kohlenstoff, der Wasserstoff Wasserstoff zu sein; aus

den Elementen der organischen Körper kann nie Eisen, es kann kein Schwefel, kein Phosphor daraus entstehen. Auf die Zeit, in welcher Meinungen dieser Art geduldet und gelehrt wurden, wird man in einem halben Jahrhundert mit dem Lächeln des Mitleids zurückblicken; es liegt einmal in der Natur des Menschen, sich Meinungen dieser Art überall zu schaffen, wo sein Geist, wie in der Kindheit, zu unentwickelt ist, um die Wahrheit zu begreifen.

Aehnlich wie die Erwerbung der gewöhnlichsten Bedürfnisse des Lebens, sind die geistigen Güter, die Kenntnisse, welche unsere materiellen Kräfte steigern und erhöhen, die Einsicht und die Erkenntniß der Wahrheit immer nur Früchte der Arbeit und Anstrengung. Nur wo der feste Wille fehlt, ist Mangel, die Mittel sind überall.

Zwanzigster Brief.

Durch die Natur selbst, welche ein Ganzes ist, stehen die Naturwissenschaften in einem nothwendigen Verband miteinander, so daß keine derselben alle Andern zu ihrer Ausbildung völlig entbehren kann; die Erweiterung der einzelnen Gebiete in Folge ihrer Bearbeitung, bringt es mit sich, daß in einer gewissen Periode zwei derselben, an ihren Grenzen sich berühren. In dem Grenzgebiet bildet sich in der Regel eine neue Wissenschaft aus, welche den Gegenstand und die Betrachtungsweise der beiden Disciplinen in sich vereinigt; beide müssen, um in dieser Weise ineinandergreifen zu können, eine gewisse Stufe der Vollendung erreicht haben; die Selbstständigkeit des Hauptgebietes muß gesichert sein, denn eher wenden sich die Kräfte der Bearbeiter dem Anbau des Grenzgebietes nicht zu. Einer solchen Verschmelzung der Physiologie mit der Chemie sehen wir, als einer der bemerkenswerthesten Erscheinungen, in der neueren Zeit entgegen. Die Physiologie ist an dem Punkte angelangt, wo sie die Chemie zur Erreichung ihres Zieles, der Er-

forschungen der Lebenserscheinungen in ihrer Aufeinanderfolge nicht mehr entbehren kann; die Chemie, welche nachweisen soll, in welchem Verhältniß die vitalen Eigenschaften abhängig sind von den chemischen Kräften, ist vorbereitet, um neue Gebiete zu selbstständiger Bearbeitung in sich aufzunehmen.

Die Erscheinungen, welche die Thiere während ihres Lebens darbieten, gehören zu den zusammengesetztesten in der Natur und es ist der Nachweis ihrer verschiedenen Ursachen, so wie die Ermittelung des Antheils, den jede einzelne daran hat, mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft.

Es ist eine Regel in der Naturforschung, in dem Studium einer Erscheinung jede einzelne Schwierigkeit, welche untersucht werden soll, in so viel Theile, als man kann, zu scheiden, und einen jeden für sich der Beobachtung zu unterwerfen. Nach diesem Grundsatz lassen sich alle physiologischen Erscheinungen in zwei Klassen trennen, von denen eine jede bis zu einer gewissen Grenze ganz unabhängig von der andern studirt werden kann; in der Natur findet, wie sich von selbst versteht, eine solche Trennung nicht statt, beide Klassen von Erscheinungen sind von einander abhängig, so zwar, daß sie sich gegenseitig bedingen.

Die Vorgänge der Befruchtung, der Entwickelung und des Wachsthums der Thiere, die Beziehungen ihrer

Organe zu einander und die diesen zukommenden Thätigkeiten, die Gesetze ihrer Bewegung und der flüssigen Bestandtheile des Thierkörpers, die Eigenthümlichkeiten der Nerven= und Muskelfaser, alle diese auffallenden und merkwürdigen Erscheinungen lassen sich ermitteln ohne alle Rücksicht auf die Materie oder den Stoff, aus dem die Träger derselben bestehen. Aber die Physiologie hat es noch mit andern, nicht minder wichtigen Erscheinungen zu thun. Die Verdauung, Blutbildung, Ernährung, Athmung und Absonderung beruhen auf einer Form und Beschaffenheitsänderung der von außen dem Organismus zugeführten Stoffe oder von gewissen flüssigen und festen Bestandtheilen desselben und es ist die Erforschung dieser Vorgänge, soweit sie unabhängig von der Form gedacht werden können, in welcher die Chemie der Physiologie Hülfe leisten soll. Es ist einleuchtend, daß die Physiologie zwei Grundlagen hat und daß durch die Verschmelzung der physiologischen Physik, deren Grundlage die Anatomie ist, mit der physiologischen Chemie, welche sich auf die Thierchemie stützt, eine neue Wissenschaft hervorgehen muß, eine eigentliche Physiologie, die sich zu der Wissenschaft, welche gegenwärtig diesen Namen trägt, verhalten wird, wie die heutige Chemie zu der des vorigen Jahrhunderts.

Um sich von dem Einfluß des Ineinandergreifens der Chemie und Physiologie eine richtige Vorstellung

zu machen, muß man sich an ähnliche Vorgänge in der Wissenschaft erinnern. So ist der Character der gegenwärtigen Chemie wesentlich dadurch bedingt worden, daß sie ganze Zweige der Physik in sich aufnahm, die jetzt aufgehört haben, der Physik anzugehören. Das specifische Gewicht der Körper im Gaszustand wurde vor 40 Jahren noch als rein physikalische Eigenschaft angesehen. Seitdem man aber weiß, daß diese Eigenschaft in einem bestimmten Verhältniß abhängig ist von der Zusammensetzung, gehört die Lehre von der Dichtigkeit der Körper im Dampfzustand, der Chemie an. Eine ähnliche Beziehung hat sich herausgestellt zwischen der specifischen Wärme, der Ausdehnung durch die Wärme, dem Siedpunkte, der Krystallgestalt der Körper und ihrer Zusammensetzung und es ist jetzt vorzugsweise die Chemie, die sich mit der genaueren Erforschung dieser Verhältnisse beschäftigt. Die Lehre von der Elektricität, insofern sie als die Folge einer Form- und Beschaffenheitsänderung auftritt, ist beinahe ganz in das Gebiet der chemischen Lehren übergegangen.

In ganz ähnlicher Weise wird die genauere Bekanntschaft mit den Lebenserscheinungen die Ueberzeugung befestigen, daß eine Menge physiologischer Eigenschaften abhängig sind von der chemischen Zusammensetzung, und es wird die Physiologie, wenn sie die Thierchemie in sich aufgenommen hat, die Mittel

besitzen, um dieses Abhängigkeits-Verhältniß zu erforschen, sie wird damit in den Stand gesetzt sein, einen richtigeren Ausdruck für die physiologischen Erscheinungen zu finden.

Es ist längst versucht worden, die vitalen Erscheinungen nach chemischen Grundsätzen ausschließlich zu erklären und die Physiologie zu einem Theile der Chemie zu machen; dies geschah schon vor Jahrhunderten, zu einer Zeit, wo man die chemischen Vorgänge im Körper genauer als den Organismus selbst kannte. Als man später den wunderbaren Bau, die Form und Beschaffenheit der Organe und ihr Zusammenwirken durch ein genaueres Studium der Anatomie kennen gelernt hatte, da glaubte man den Schlüssel zur Erklärung in gewissen Principien der Mechanik gefunden zu haben. Alle diese Versuche sind gescheitert und ihr Mißlingen begründete die Selbstständigkeit der Physiologie. Die Mineralogie befand sich der Chemie gegenüber in einem ähnlichen Verhältniß; vor 40 Jahren noch erklärten sie Viele für einen Theil der Chemie, man reihte die zusammengesetzten Mineralien in die Klasse der Salze ein. Die Mineralogie errang ihre Unabhängigkeit, nicht indem sie die Lehren der Chemie von sich entfernt hielt, sondern dadurch, daß sie die Festsetzung der Eigenschaft der Zusammensetzung in ihr Gebiet aufnahm; seitdem die Mineral-Analyse zu einem Theile der Mineralogie geworden ist,

sind es die Mineralogen, von denen wir jetzt die merkwürdigsten Aufschlüsse über das Verhältniß der Mischung der Mineralien zu ihrer Form und übrigen Eigenschaften erhalten.

Ein an sich leicht zu beseitigendes Hinderniß der Verständigung besteht in diesem Augenblicke noch darin, daß man in der Physiologie mit einem und demselben Worte nicht immer eine Vereinigung derselben Dinge oder derselben Verbindungen mit denselben Eigenschaften bezeichnet, sondern daß man im Gebrauch der Namen weniger die Natur und Beschaffenheit der Stoffe, als die Rolle, die man ihnen im Lebensprocesse zuschreibt oder ihr Vorkommen in bestimmten Organen berücksichtigt.

In der Physiologie bezeichnet man z. B. mit Harn, mit Galle Flüssigkeiten, die sich in Säcken gewisser Apparate befinden, deren Natur auf das manigfaltigste wechseln darf, ohne daß sie aufhören, als Harn oder Galle angesehen zu werden. In ähnlicher Weise ist der Begriff von Blut nicht abgeleitet von gewissen Eigenschaften, sondern er knüpft sich ohne alle Rücksicht auf Farbe und Beschaffenheit an die Ernährungsfähigkeit oder Ernährungsfunktion und ist unzertrennlich von diesem Begriff, dem alle übrigen Eigenschaften untergeordnet sind.

In der Chemie, welche die Körper ihren Eigenschaf-

ten nach studirt, knüpft sich an die Namen Harn, Galle, Blut, Milch rc. ein Inbegriff von gewissen Eigenschaften, in der Art, daß der Name dem Stoff oder der Flüssigkeit nicht gegeben werden darf, wenn die Eigenschaften fehlen, die damit zusammengefaßt werden, und da Harn, Galle, Blut, Gemenge mehrerer einfachen Verbindungen sind, so unterscheidet die Chemie, die nie wechselnden als die wesentlichen oder charakteristischen von den wechselnden, welche die Haupteigenschaften nicht bedingen.

Der Begriff von Harn ist in der Chemie unzertrennlich von dem Vorhandensein gewisser Verbindungen, des Harnstoffs, der Harnsäure, und es kann chemischer Seits einer Flüssigkeit der Name „Harn" nicht gegeben werden, worin diese Verbindungen völlig fehlen.

Das Blut, die Milch rc. sind Gemenge, d. h. es sind Mischungen, deren Bestandtheile nicht in festen, unveränderlichen, sondern in unbestimmten Verhältnissen zugegen sind; die gemengte Beschaffenheit des Blutes ist schon für das bewaffnete Auge wahrnehmbar; man sieht unter dem Microscop rothgefärbte kleine rundliche Scheibchen, die Blutkörperchen, in einer kaum oder schwach gelblich gefärbten Flüssigkeit, dem Serum, schwimmen. Die Lymphe enthält zwei farblose Körper, von denen der eine bei gewöhnlicher Temperatur (als Fibrin), der andere in höherer als Gerinsel sich abschei-

det. Die trübe, weißliche Beschaffenheit derselben wird durch sichtbare Fetttröpfchen hervorgebracht. Schüttelt man die Lymphe mit Aether, so wird sie klar und durchsichtig, indem der Aether das Fett auflöst.

Mit gleicher Einfachheit läßt sich die gemengte Beschaffenheit anderer organischer Flüssigkeiten, der Galle z. B., nicht darthun; es gelingt dieß demungeachtet leicht durch durch die Anwendung von chemischen Scheidungsmitteln, von denen man weiß, daß sie keine verändernde Wirkung d. h. keinen Wechsel in den chemischen Eigenschaften der Körper, mit denen man sie zusammenbringt, verursachen.

Die Galle der Thiere ist goldgelb, grünlich oder gelbbraun gefärbt; frisch aus der Blase genommen, enthält sie einen gallertartigen, aufgequollenen, im Wasser unlöslichen geschmacklosen Stoff beigemengt, der sich vollkommen davon trennen läßt, wenn die Galle mit Alkohol gemischt wird. Diese Mischung besitzt die Farbe der Galle; filtrirt man sie durch Kohlenpulver, so behält dieses den Farbstoff zurück, während alle übrigen Bestandtheile in der abfließenden farblosen Lösung bleiben.

Es findet demnach in der Galle in Beziehung auf Gefärbtsein ein ähnliches Verhältniß, wie im Blute Statt, mit dem Unterschiede jedoch, daß der Farbstoff in der Galle gelöst, wiewohl nicht in einer chemischen Ver-

bindung mit einem der andern organischen Bestandtheile derselben sich befindet. Wäre letzteres der Fall, so würde die Kohle noch einen andern organischen Stoff enthalten müssen; außer dem Farbstoff enthält sie aber keinen andern. Schüttelt man die Galle mit Aether, oder mischt man zu einer Auflösung von farbloser (entfärbter) Galle in Weingeist eine hinlängliche Menge von Aether, so trennt sich die Mischung in zwei Schichten, in eine dicke syrupähnliche Flüssigkeit, welche zu Boden fällt, und in eine leichtere, welche obenauf schwimmt. Die letztere enthält den zugesetzten Aether, der jetzt beim Verdampfen eine Menge Fett hinterläßt. Dieses Fett war ein Bestandtheil der Galle, der aber darin nicht aufgeschlämmt in Tröpfchen, wie in der Lymphe, sondern in Lösung sich befand.

Die Galle der Vögel, Säugethiere, Fische, Amphibien, soweit sie untersucht sind, verhält sich gegen Weingeist, Kohle, Aether auf ganz gleiche Weise, sie ist keine einfache Verbindung, sondern ein Gemenge von einfachen Verbindungen. Wäre es eine einfache Verbindung, so würde sich keine einzige ihrer Eigenschaften hinwegnehmen lassen, ohne Vernichtung aller oder der Mehrzahl ihrer andern Eigenschaften, aber von der Galle läßt sich die Dickflüssigkeit entfernen, ohne daß die übrigen Eigenschaften derselben die mindeste Veränderung erfahren, ebenso die Farbe, ihre der Seife verwandte

Beschaffenheit, aber von dem Stoff, der übrig bleibt, kann keine der ihm zukommenden Eigenschaften mehr hinweggenommen werden, es ist die Natronverbindung, der mit Glycocoll oder Taurin gepaarten stickstoffhaltigen Cholalsäure, ausgezeichnet durch ihren sehr bittern Geschmack und die Eigenschaft mit etwas Zucker und concentrirter Schwefelsäure versetzt, eine purpurrothe Farbe anzunehmen.*)

Die Wahrnehmung, daß beinahe alle Theile des thierischen Körpers, die Nerven- und Gehirnsubstanz, die Faeces, das nämliche Fett, wie die Galle enthalten, daß die von coagulirtem Blut abgeschiedene Flüssigkeit eine der Galle sehr ähnliche Farbe besitzt, daß der an der Oberfläche des Darmkanals sich häufig abscheidende Schleim von dem Schleim der Gallenblase nicht unterscheidbar ist, gibt zu erkennen, daß Fett, Farbstoff und Schleim nicht als wesentliche oder der Gallenflüssigkeit eigenthümliche Bestandtheile anzusehen sind, aber der bittere, im Aether unlösliche, in Alkohol und Wasser lösliche Stoff findet sich im gesunden Zustande nur in der Galle und sonst in keinem andern Theile des Organismus, und er wird deßhalb von

*) Bemerkenswerth ist, daß die Galle des Schweins eine eigenthümliche, von allen andern bis jetzt untersuchten Gallen verschiedene organische Säure enthält.

dem Chemiker als derjenige angesehen, welcher der Galle ihren Charakter gibt, so daß unter Galle in chemischem Sinne nur dieser eine Bestandtheil gemeint wird.

Aus gleichen Gründen werden Harnsäure, Harnstoff und Allantoin, welches verwandte Verbindungen sind, insofern Harnsäure in Harnstoff und Allantoin übergeführt werden kann, als charakteristische Bestandtheile des Harns aller Thiere angesehen, weil sich zwei oder einer davon in jedem Harn findet. Die Hippursäure oder Benzoesäure, welche Bestandtheile des Menschenharns und des Harns der Kuh und des Pferdes ausmachen, sowie das Kreatin und Kreatinin im Menschenharn heißen wechselnde Bestandtheile, weil sie in dem Harne der Vögel und Schlangen fehlen oder wenigstens nicht aufgefunden worden sind.

Es ist bekannt, daß frisch aus der Ader gelassenes Blut in sehr kurzer Zeit, sich selbst überlassen, zu einer gallertartigen Masse gesteht, und daß dieses Gerinnen auf einer Abscheidung des Blutfibrins beruht, welches sich von der Flüssigkeit (dem Blutserum) in Gestalt einer Gallerte oder eines Netzwerks von unendlich feinen farblosen, durchscheinenden Fäden, welche die rothgefärbten Blutkörperchen einschließen (Blutkuchen), trennt. Wird das Blut vor dem Gerinnen mit einem Stabe oder einer Ruthe gepeitscht oder geschlagen, so bildet sich kein Blutkuchen, weil das sich abscheidende Fibrin gehin-

dert wird, sich zu einem Netzwerck zu vereinigen, die Fäden kleben zu gröberen elastischen weichen Massen zusammen, die mit reinem Wasser gewaschen, allen Blutfarbestoff verlieren und völlig weiß werden. Dieses Blutfibrin in Wasser gebracht, dem man auf die Unze einen Tropfen Salzsäure zugesetzt hat, quillt darin zu einer dicken Gallerte auf, ohne sich aufzulösen*); wenn die Menge Wasser nicht zu groß ist, so wird es in dem aufschwellenden Fibrin beinahe ganz wie von einem Schwamm aufgesaugt; setzt man jetzt dieser Masse concentrirte Salzsäure zu, so schrumpft das Fibrin zu seinem ursprünglichen Volum wieder ein. Legt man dieses zusammengeschrumpfte Fibrin in reines Wasser, so quillt es wie im Anfang auf und es bewirkt ein Zusatz von Salzsäure ein neues Zusammenschrumpfen. Wenn man in dieser Weise das Fibrin abwechselnd bis zehnmal behandelt, zuletzt trocknet und verbrennt, so hinterläßt es nahe an zwei Procent Asche, welche Eisenoxyd, Kalk und Phosphorsäure enthält. Es ist vollkommen einleuchtend, daß diese Bestandtheile dem Fibrin nicht beigemengt sind, denn sie werden in demselben von dessen andern Elementen mit einer Kraft zurückgehalten, welche

*) In diesen Eigenschaften ist das Blutfibrin sehr verschieden von dem Fleischfibrin, einem Hauptbestandtheil des Thierkörpers, welches sich unter diesen Umständen zu einer klaren nur durch Fetttheilchen getrübten Flüssigkeit auflöst.

weit größer ist, als die sehr große Affinität, welche die Salzsäure zu dem phosphorsauren Kalk und dem Eisenoxyde besitzt. Man betrachtet deßhalb die genannten unorganischen Stoffe als wesentliche oder nothwendige Bestandtheile des Blutfibrins.

Der Mangel des Verständnisses in der Ausdrucksweise ist nicht das einzige Hinderniß des kräftigen Zusammenwirkens der Chemie und Physiologie, ein vielleicht weit größeres liegt in der Verschiedenheit ihrer Untersuchungsmethoden. In den Untersuchungen der Chemie und Physik gilt es als Grundsatz, daß eine zusammengesetzte Erscheinung durch die Beobachtung vor allem andern auf einfachere zurückgeführt werden muß; man beginnt mit dem Einfachen, um zum Studium des Zusammengesetzten überzugehen. Die ersten Fragen richten sich auf die nächsten, nicht auf die letzten Ursachen, von dem Bekannten geht man über zu dem Unbekannten. In der Physiologie und Pathologie wurde lange Zeit hindurch die verwickeltste Erscheinung zu erforschen gesucht, ehe man die einfachste kannte; man versuchte das Fieber zu erklären, ohne den Respirationsproceß zu kennen, man erklärte die Wärmeentwicklung im thierischen Körper, ohne den Einfluß der Atmosphäre in Rechnung zu ziehen, die Funktion der Galle, in der Verdauung wurde erklärt, ohne die Galle zu kennen. Daher denn der immer sich wiederholende Streit über die Ur-

sachen des Lebens, welcher an und für sich so unerquicklich zweck- und nutzlos ist, weil uns die allernächsten Ursachen der einfachsten Lebenserscheinungen kaum bekannt sind.

Es ist sicher, daß eine Menge Wirkungen, die wir in lebendigen Körpern wahrnehmen, durch chemisch-physikalische Ursachen bedingt werden, aber man geht viel zu weit, hieraus schließen zu wollen, daß alle im Organismus thätigen Kräfte identisch sind mit denen, welche die todte Materie regieren. Es ist leicht darzuthun, daß die Anhänger dieser Ansicht die erste und einfachste Regel der physikalisch-chemischen Methode nicht im Auge haben, welche vorschreibt zu beweisen, daß eine Wirkung, die man einer Ursache zuschreibt, dieser Ursache auch wirklich angehört.

Wenn die Wärme, die Elektricität, der Magnetismus, die chemische Affinität als die Ursache der Lebenserscheinungen angesehen werden sollen, so muß vorerst der Beweis geführt sein, daß die Theile eines lebendigen Körpers, in welchem Kräfte wirken, ähnliche Erscheinungen zeigen, wie die unorganischen Körper, wenn sie dem Einfluß der nämlichen Kräfte unterworfen sind; es muß dargethan werden, wie die genannten Kräfte zusammenwirken, um die wunderbare Harmonie der Verrichtungen hervorzubringen, welche die organischen Wesen von ihrer ersten Entwickelung an bis zu dem Augenblick darbieten, wo ihre Elemente der unorganischen

Natur verfallen. Denn, wenn man voraussetzt, daß die Kräfte der unorganischen Natur identisch mit denen der organischen sind, so nimmt man nothwendig an, daß alle Naturkräfte überhaupt uns bekannt, daß ihre Wirkungen ermittelt sind, daß man im Stande ist, von den Wirkungen rückwärts die Ursachen zu erschließen und auseinanderzusetzen, welchen Antheil jede einzelne an den Verrichtungen des Lebens nimmt.

Es genügt, einen Blick auf die Schriften der Autoren zu werfen, welche diese Ansicht vertheidigen, um sogleich wahrzunehmen, wie weit wir von dergleichen allgemeinen Schlüssen noch entfernt sind. In der Regel gehen diese Ansichten von sehr tüchtigen und gründlichen Forschern aus, welche sich vorzüglich mit der Ermittelung der Bewegungserscheinungen im Thierorganismus beschäftigen; indem sie finden, daß sie nach bestimmten mechanischen Gesetzen vor sich gehen, sind sie verführt zu glauben, daß sie von denselben Ursachen bedingt sind wie die ähnlichen Bewegungserscheinungen, welche wir außerhalb des Körpers wahrnehmen. Keiner hat aber bis jetzt nun den Versuch gewagt, die Beziehungen dieser Wirkungen zur Wärme, Elektricität, magnetischen Kraft rc. zu bezeichnen, oder das Verhältniß ihrer Abhängigkeit an diesen Kräften nachzuweisen. Alles, was man davon weiß, ist, daß die unorganischen Kräfte an diesen Wirkungen einen gewissen Antheil haben.

Auf der andern Seite ist es ganz unmöglich, die Meinungen der Vitalisten zu theilen, welche glauben, die Geheimnisse des Lebens durch die Annahme einer oder mehrerer Lebenskräfte erklären zu können; sie nehmen eine Erscheinung, ohne vorher zu untersuchen, ob sie einfach oder zusammengesetzt ist; sie fragen, ob dieselbe durch die chemische Affinität, durch die elektrische oder magnetische Kraft erklärt werden kann, und da es im gegenwärtigen Augenblick unmöglich ist, diese Frage, gestützt auf unzweifelhafte Beweise, zu bejahen, so schließen sie daraus, die Erscheinung sei durch keine von diesen, sondern durch ganz besondere den belebten Wesen eigenthümliche Kräfte bedingt. Aber in der Aufsuchung der Ursachen von Erscheinungen ist die Methode der Ausschließung nur in den Fällen gestattet, in welchen man die Gewißheit hat, daß die Anzahl der Ursachen, auf welche die Wirkung bezogen werden kann, fest bestimmt ist, und daß man beweist, daß die Wirkungen von allen diesen Ursachen nur einer einzigen angehören.

Die physikalischen Kräfte sind ihrem Wesen nach sehr wenig bekannt und Niemand kann behaupten, daß eine derselben wirkungslos in einem gegebenen Falle sei, daß sie an irgend einer Lebenserscheinung keinen Antheil habe. Man hat zwischen den elektrischen Kräften und der chemischen Affinität den wunderbarsten Zusammenhang wahrgenommen, aber wir sind noch weit davon

entfernt, die Beziehungen zwischen beiden mit Sicherheit zu kennen. Die Cohäsion oder die Ursache des Zusammenhangs gleichartiger Atome ist uns ihrem Wesen nach am wenigsten bekannt und ihre Beziehungen zur Affinität sind uns noch dunkler als die der letztern zu den elektrischen Kräften. Die Affinität ist für uns im gegenwärtigen Augenblick die Ursache, der wir die Verbindung ungleichartiger Atome unmittelbar zuschreiben, aber die gegenseitige Anziehung der nämlichen Körper bleibt sich nicht gleich und es ist unmöglich, diese Kraft für sich allein zu betrachten, weil sie nie allein thätig ist und weil wir, um eine ihrer Wirkungen richtig zu beurtheilen, genöthigt sind, die Umstände zu berücksichtigen, die Temperatur, Cohäsion, den elektrischen Zustand rc. in welchen sich die Körper befinden.

Wir haben in der neueren Zeit eine große Anzahl von Erscheinungen kennen gelernt, von denen wir kaum wissen, welche von allen den bekannten Ursachen daran Theil haben. In früherer Zeit würde man sich beeilt haben, die Existenz ganz besonderer bis dahin unbekannter Kräfte daraus zu folgern; wir thun dies nicht, weil wir unserer Unwissenheit in Beziehung auf die Eigenthümlichkeiten der bekannten, namentlich der sogenannten Molecularkräfte, der Cohäsion und Affinität uns bewußt sind.

Wenn man in ein gewöhnliches Champagnerglas, eine in der Wärme gesättigte Lösung von

Glaubersalz in Wasser (zwei Theile Glaubersalz auf 1 Theil Wasser) gießt und erkalten läßt, so krystallisirt das Salz, und die Flüssigkeit gesteht zu einer dicken Masse von dem Eis ähnlichen Krystallen. Wird das nämliche Glas mit derselben warmen Lösung bis zur Hälfte angefüllt und die Oeffnung desselben mit einer Glasplatte, einem Uhrglase, oder einem Kartenblatt bedeckt und dann erkalten gelassen, so setzt die übersättigte Flüssigkeit nach 10 und mehr Stunden keine Krystalle ab, selbst dann nicht, wenn das Kartenblatt oder das Uhrglas hinweggenommen werden. Taucht man jetzt einen gewöhnlichen Glasstab in diese Flüssigkeit ein, so bilden sich von seiner Oberfläche aus die schönsten Spieße und Blätter von Glaubersalzkrystallen, in wenigen Sekunden ist die ganze Flüssigkeit fest. Die Flüssigkeit ist in einem Glasgefäße enthalten, aber mit diesem Glas in Berührung krystallisirt sie nicht; ein anderes Stück Glas, was nicht mit derselben erkaltete, bringt aber sogleich Krystallisation hervor. Diese Erscheinung ist merkwürdig genug, aber viel auffallender noch ist der Umstand, daß, wenn man das eine Ende desselben Glasstabs in einer Weingeistflamme einige Minuten lang erhitzt und dann erkalten läßt, daß der Glasstab an diesem Ende völlig unwirksam auf die Krystallisation des Glaubersalzes wird; man kann denselben in die Flüssigkeit eintauchen und darin herumbewegen, ohne daß eine

Veränderung wahrnehmbar ist, dreht man aber den Glasstab um und berührt die Flüssigkeit mit dem ungeglühten Ende, so erstarrt sie sogleich zu einer blättrigen Krystallmasse; der oberflächlichen Beobachtung erscheint der Glasstab, wie wenn er Pole, gleich einem Magnetstab hätte; auf der einen Seite behält er eine Eigenschaft, die er am andern Ende durch die Wärme verliert; an freier Luft liegend, nimmt er nach und nach die verlorne Eigenschaft wieder an, aber in einem verschlossenen Gefäße aufbewahrt, bleibt er 10 — 14 Tage lang unwirksam. Selbst nach dem Eintauchen des Stabes in Wasser und Trocknen an der Luft empfängt derselbe die verlorne Wirksamkeit nicht wieder.

Ueber den Einfluß der Bewegung auf die Krystallisation haben wir eine befriedigende Erklärung, aber die Wirkung der Wärme auf die Eigenschaft des Glasstabes, die Krystallbildung einzuleiten, ist uns bis jetzt noch völlig dunkel.

Wenn man einen Kupferstich auf eine niedrige offne Schachtel legt, auf deren Boden sich etwas Jod befindet und in dieser Weise einige Minuten lang den Dämpfen von Jod aussetzt, die sich bei gewöhnlicher Temperatur bilden, und dann auf ein Stück Papier fest aufdrückt, welches wie das gewöhnliche Maschinenpapier mit Stärkmehl geleimt und mit sehr verdünnter Schwefelsäure befeuchtet ist, so erhält man auf diesem Papier einen vollkommen genauen Abdruck

des Kupferstichs in dem schönsten Himmelblau. Legt man den blauen Abdruck auf eine Kupferplatte, so verschwinden allmälig die blauen Linien auf dem Papier und es erscheint jetzt das Bild vollkommen deutlich auf dem Kupfer. Ein Kupferstich, eine Zeichnung, sogar ein Oelgemälde, wenn sie wenige Augenblicke den Joddämpfen ausgesetzt werden, reproduciren sich auf einer Silberplatte, und wenn diese jetzt den Dämpfen von Quecksilber ausgesetzt und auf gewöhnliche Weise behandelt wird, so hat man ein den schönsten Daguerotypen gleiches Bild. Es ist hier vollkommen deutlich, daß die dunkeln Stellen des Kupferstichs oder die schwarze Farbe, die Joddämpfe angezogen und verdichtet haben, in einem weit höheren Grade, wie das weiße Papier. Ein feuchter Ueberzug von Stärkekleister entzieht der schwarzen Farbe das Jod, auf dem Papier entsteht eine blaue Jodverbindung, ein blauer Abdruck des Kupferstichs; eine Kupferplatte entzieht der blauen Amylonverbindung das Jod, es entsteht auf der Platte eine Zeichnung aus Kupferjodür.

Es ist augenscheinlich, daß das weiße Papier, die schwarze Farbe, das Stärkmehl und Kupfer zu dem Jod eine höchst ungleiche Anziehung haben und daß die Ursache der Verdichtung des Jods identisch ist mit der, welche überhaupt die Verdichtung der Gase an der Oberfläche der Körper bewirkt. Die schwarze Farbe zieht das

Jod an, aber es ist keine eigentlich chemische Verbindung entstanden, denn die Eigenschaften der Farbe sind unverändert geblieben und von den Eigenschaften des Jods ist nur seine Verdampfbarkeit aufgehoben oder verringert, es wirkt auf Amylon wie freies Jod.

Diese Erscheinungen erinnern unwillkührlich an einen der merkwürdigsten Vorgänge im thierischen Körper, an die Rolle, welche die festen Bestandtheile des Blutes in dem Athmungsproceß spielen.

Die Blutflüssigkeit verdankt ihre Farbe den Blutkörperchen; wir wissen, daß diese in der Lunge einen Wechsel von Dunkelroth in Scharlachroth erfahren, und beobachten mit diesem Farbwechsel gleichzeitig eine Sauerstoffabsorption; die physiologischen Erscheinungen sowohl, wie das Verhalten der von den Blutkörperchen befreiten Blutflüssigkeit gegen Luft und Sauerstoffgas geben zu erkennen, daß ein großer Theil des in das Blut tretenden Sauerstoffgases von den Blutkörperchen aufgenommen wird und daß sie gegen dieses Gas sich wie rauhe oder gefärbte Körper gegen die Dämpfe des Jods verhalten; das Sauerstoffgas geht eine Verbindung eigener Art damit ein, denn es behält bei der Absorption seinen chemischen Character, sein Vermögen sich mit andern Materien während des Kreislaufs zu verbinden, zu denen es Verwandtschaft hat.

Wir setzen voraus, daß die Anziehung der schwarzen

Farbe eines Kupferstichs zu Jod (und wie Niepce gezeigt hat zu Chlor und einer Menge von dampfförmigen Substanzen) sowie die der Blutkörperchen zum Sauerstoffgas eine Wirkung der chemischen Affinität ist, aber unsere Vorstellungen über das Wesen dieser Kraft sind bis jetzt so eng, daß wir für diese Art von Verbindungen nicht einmal einen Namen haben.

Es gibt, wie man sieht, Erscheinungen genug, welche nach dem Muster der gebräuchlichen eingelernten Vorstellungen nicht erklärt werden können, es sind Anzeichen und Beweise, daß wir noch weit entfernt sind, die Gesetze der bekannten Kräfte zu kennen. Wir können mit einer gegebenen Menge Schwefelsäure unbegrenzte Mengen von Alkohol in Aether und Wasser zerfallen machen, wir können mit Hülfe der nämlichen Schwefelsäure eine Menge von Stärkmehl in Traubenzucker überführen, ohne daß sie neutralisirt wird; diese Wirkungen sind durchaus verschieden von der Wirkung, welche die Schwefelsäure darbietet, wenn sie mit Metallen oder mit Metalloxiden in Berührung gebracht wird, aber es ist vollkommen thöricht, sie einer eigenen von der chemischen Affinität ganz verschiednen Ursache zuzuschreiben. Was wir gewöhnlich mit chemischer Aktion bezeichnen, ist eine Aeußerung der chemischen Kraft und nichts weiter als eine Thatsache, welche beweist, daß in einem gegebenen Fall die chemische Anziehung stärker ist, als alle Widerstände,

die sich ihrer Aeußerung entgegensetzen. Die chemische Verbindung ist aber nur ein, und sicher nicht der einzige Effect der chemischen Affinität.

Dieser unvollkommene Zustand unserer Kenntnisse von dem Wesen und den Wirkungen der Naturkräfte erklärt, warum man in dem gegenwärtigen Augenblicke die Frage in Beziehung auf die Existenz einer besonderen, in dem lebendigen Leibe wirkenden Ursache seiner Thätigkeit durch die Methode der Ausschließung nicht lösen kann.

Einundzwanzigster Brief.

Die Geschichte der Wissenschaften gibt uns die tröstliche Gewißheit, daß wir auf dem Wege des Versuches und der Beobachtung dahin gelangen werden, die Wunder des organischen Lebens zu entschleiern, daß wir im Stande sein werden, über alle Ursachen, welche Antheil an den Lebenserscheinungen nehmen, bestimmtere Aufschlüsse zu erhalten. Alle Eigenthümlichkeiten der Körper, alle ihre Eigenschaften sind durch das Zusammenwirken mehrerer Ursachen bedingt, und es ist die Aufgabe der Naturforschung, das Verhältniß zu ermitteln, welches jede einzelne Ursache an der Erscheinung nimmt. Um zur Erkenntniß der gegenseitigen Beziehungen dieser Eigenschaften zu gelangen, müssen wir zuerst diese Eigenschaften kennen zu lernen suchen und dann die Fälle ermitteln, in denen sie wechseln. Es ist ein Naturgesetz, welches keine Ausnahme hat, daß die Abweichungen in einer Eigenschaft stets und unwandelbar begleitet sind von gleichförmig entsprechenden Abweichungen in einer andern Eigenschaft und es ist voll-

kommen einleuchtend, daß, wenn wir die Gesetze dieser Abweichungen kennen, wir in den Stand gesetzt sind, aus der einen Eigenschaft ohne weitere Beobachtung die der andern zu erschließen.

Ein Naturgesetz ermitteln heißt nichts anders, als ein solches Abhängigkeits-Verhältniß ermitteln; die Bekanntschaft mit dem Gesetz schließt die Erklärung der Erscheinung, die Einsicht in das Wesen der Kräfte in sich ein, durch die sie bedingt wird.

Es ist bekannt, daß eine jede Flüssigkeit unter denselben Bedingungen bei einem unveränderlichen Temperaturgrade ins Sieden geräth; dies ist so constant, daß wir den Siedepunkt als eine characteristische Eigenschaft derselben bezeichnen.

Eine der Bedingungen der constanten Temperatur, bei welcher sich im Innern der Flüssigkeiten Dampfblasen bilden, ist der äußere Druck; mit diesem Drucke wechselt bei allen Flüssigkeiten, bei einer jeden nach einem besonderen Gesetze, der Siedepunkt, er nimmt zu oder ab, wenn der Druck wächst oder kleiner wird. Einer jeden Siedetemperatur entspricht ein bestimmter Druck, einem jeden Drucke eine bestimmte Temperatur. Die Kenntniß dieses Gesetzes der Abhängigkeit des Siedepunktes des Wassers von dem Druck der Atmosphäre hat dahin geführt, durch das Thermometer festzusetzen, in welcher Höhe man sich über dem Meere befindet,

durch die Abweichungen in der einen Eigenschaft eine andere zu messen.

Minder bekannt dürften die Beziehungen sein, in welchen die Siedepunkte der Flüssigkeiten zu ihrer Zusammensetzung stehen. Der Holzgeist, Weingeist und das Fuselöl des Kartoffelbranntweins sind drei Flüssigkeiten, deren Siedepunkt sehr verschieden ist. Der Holzgeist siedet bei 59^0, der Weingeist bei 78^0, das Fuselöl bei 135^0 C. Die Vergleichung dieser drei Siedepunkte ergibt, daß der Siedepunkt des Weingeistes 19^0 höher als der des Holzgeistes ist ($59^0 + 19^0 = 78^0$), der des Fuselöls ist viermal neunzehn Grad höher ($59 + 4 \times 19 = 135^0$).

Jede dieser drei Flüssigkeiten liefert durch Orydation unter gleichen Umständen eine Säure; aus dem Holzgeist entsteht Ameisensäure, aus dem Weingeist Essigsäure, aus dem Fuselöl Baldriansäure. Von diesen drei Säuren hat jede wieder ihren constanten Siedepunkt. Die Ameisensäure siedet bei 99^0, die Essigsäure bei 118^0, dte Baldriansäure bei 175^0 C. Wenn man diese drei Siedepunkte mit einander vergleicht, so ergibt sich sogleich, daß sie in einem ganz ähnlichen Verhältnisse zu einander stehen, wie die der Flüssigkeiten, aus denen die Säuren entstanden sind. Der Siedepunkt der Essigsäure ist um 19^0 Grad höher als der der Ameisensäure, der

Siedepunkt der Baldriansäure ist viermal neunzehn Grad höher.

Einer gleichförmigen Abweichung in der einen Eigenschaft entsprach, wie man sieht, eine gleichförmige Abweichung in einer andern Eigenschaft. Die eine Eigenschaft ist hier die Zusammensetzung.

Vergleicht man die Zusammensetzung der sechs Körper, der drei Säuren und der drei Flüssigkeiten, aus denen sie durch den Einfluß des Sauerstoffs entstehen, so ergibt sich Folgendes. Die Zusammensetzung des Holzgeistes wird durch die Formel $C_2H_4O_2$, die des Weingeistes durch $C_4H_6O_2$, die des Fuselöls durch die Formel $C_{10}H_{12}O_2$ bezeichnet.

Wenn wir nun eine Gewichtsmenge Kohlenstoff und Wasserstoff, welche der Formel CH (gleichen Aequivalenten) entspricht, mit R bezeichnen, so sieht man sogleich, daß die des Weingeistes ausdrückbar ist durch die des Holzgeistes + 2 R;

Holzgeist	Weingeist
$C_2H_4O_2 + C_2H_2 =$	$C_4H_6O_2$

Die des Fuselöls ist ausdrückbar durch die des Holzgeistes + 8 R.

Holzgeist	Fuselöl
$C_2H_4O_2 + C_8H_8 =$	$C_{10}H_{12}O_2$

Die Formel der Ameisensäure ist $C_2H_2O_4$; die der Essigsäure $C_4H_4O_4$; die der Baldriansäure ist $C_{10}H_{10}O_4$.

Man beobachtet leicht, daß die Formel der Essigsäure ausdrückbar ist durch die der Ameisensäure + 2 R.

Diesen Erfahrungen gemäß entspricht dem Eintreten oder dem Mehrgehalt von 2 Aeq. Kohlenstoff und 2 Aeq. Wasserstoff oder von 2 R, ein um 19° steigender Siedepunkt. Es läßt sich zeigen, daß die Beziehung zwischen dieser Gruppe ganz constant ist und daß sich aus der Kenntniß des Siedepunktes in der That ein Rückschluß auf die Zusammensetzung machen läßt. Der Siedepunkt des ameisensauren Methyloxyds ist 36°, der des ameisensauren Aethyloxyds 55°, der Unterschied zwischen beiden beträgt 19°. Hieraus sollte geschlossen werden können, daß die Zusammensetzung des letzteren von dem ersteren um C_2H_2 oder 2 R abweicht. Dies ist in der That der Fall. Die Formel des ameisensauren Methyloxyds ist $C_4H_4O_4$, die der entsprechenden Aethylverbindung $C_6H_6O_4$, also genau um C_2H_2 höher. So siedet die Buttersäure bei 156°, ihr Siedpunkt ist genau um dreimal neunzehn Grade höher, als der der Ameisensäure. Die Vergleichung ihrer Formeln sagt, daß die Buttersäure angesehen werden kann als Ameisensäure + 6 R. Das Toluidin und Anilin sind zwei organische Basen, beide durch ihre Zusammensetzung insofern verschieden, daß das Toluidin C_2H_2 oder 2 R mehr enthält als das Anilin. Die Vergleichung ihrer Siedepunkte zeigt, daß der Siedepunkt des Toluidins um 19° höher ist.

Niemand wird in diesen Beispielen für diese Gruppe die Existenz eines Naturgesetzes verkennen und zu zweifeln vermögen, daß die Qualitäten eines Körpers in einer bestimmten Beziehung zu seiner Zusammensetzung stehen, daß einer Aenderung in einer Qualität eine gleichförmige Abweichung in etwas Quantitativem entspricht. Es verdient hier ganz besonders hervorgehoben zu werden, daß die Kenntniß des Naturgesetzes ganz unabhängig ist von der eigentlichen Ursache oder von den Bedingungen, welche zusammengenommen den constanten Siedepunkt bewirken, denn was der Siedepunkt an und für sich ist, ist uns so unbekannt, wie der Begriff des Lebens.

Es ist in dem obigen Beispiele die Beziehung von nur einer Qualität der Körper und ihrer Zusammensetzung hervorgehoben worden; allein dieser Beziehungen gibt es ebenso viele, als wie der Körper besondere Eigenschaften besitzt. Für eine große Gruppe von organisch-chemischen Verbindungen hat man ein Gesetz ermittelt, wonach sich aus der Kenntniß des Siedepunktes und der Zusammensetzung festsetzen läßt, wie viel Pfunde ein Kubikfuß der Verbindung wiegt, daß also auch die Eigenschaft des specifischen Gewichtes, des Druckes also, den die Körper bei gleichem Rauminhalte auf eine Unterlage äußern, in einer ganz bestimmten Beziehung zu zwei andern steht, die sich ändert, so wie sich diese beiden ändern.

Ein ähnliches Abhängigkeitsverhältniß hat sich in Beziehung auf die Wärmemenge, welche verschiedene Körper bedürfen, um sich auf einerlei Temperatur zu erheben, und die Gewichtsverhältnisse herausgestellt, in denen sie sich unter einander verbinden.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß verschiedene Körper bei einerlei Temperatur verschiedene Wärmemengen enthalten. Gleiche Gewichte Schwefel, Eisen und Blei, die man auf den Siedepunkt des Wassers erwärmt hat, bringen mit Eis in Berührung eine gewisse Menge davon zum Schmelzen, und zwar ist die Menge flüssiges Wasser, welches unter diesen Umständen entsteht, sehr verschieden.

Wäre das Wärmequantum in den drei Körpern gleich, so müßte die Menge des geschmolzenen Eises bei allen gleich viel betragen, und der ungleiche Effekt, der hier hervorgebracht wird, zeigt an und für sich schon auf die Ungleichheit der wirkenden Ursache. Der Schwefel schmilzt sechs und ein halb mal, das Eisen viermal so viel Eis als das Blei. Es ist vollkommen einleuchtend, daß wenn wir Schwefel, Eisen und Blei auf einerlei Temperaturdifferenz, von 15° auf 200° z. B. mit derselben Spirituslampe zu erhitzen haben, so würden wir für Blei z. B. 1 Loth, für dieselbe Menge Schwefel 6½ Loth und für das gleiche Gewicht Eisen fast 4 Loth Spiritus zu verbrennen haben.

Diese verschiedenen Wärmemengen, welche gleiche Gewichte verschiedener Körper brauchen, um auf eine gegebene Temperaturdifferenz erwärmt zu werden, die jedem derselben eigenthümlich sind, heißen gerade deßhalb die eigenthümlichen oder specifischen Wärmen. Aus der Kenntniß der ungleichen Wärmemengen, welche die Körper bei gleichem Gewichte und einerlei Temperatur enthalten, gestattet ein einfaches Regeldetrierempel, die ungleichen Gewichte vom Schwefel, Blei und Eisen zu berechnen, welche ein gleiches Wärmequantum enthalten, und es ergibt sich aus dieser Berechnung, daß z. B. 16 Schwefel so viel Eis schmelzen, wie 28 Eisen und 104 Blei von gleicher Temperatur. Diese Zahlen sind die nämlichen, wie die Mischungsgewichte (Aequivalentzahlen). Gleiche Aequivalente dieser und vieler andern Körper enthalten oder nehmen, um sich auf einerlei Temperatur zu erheben, einerlei Wärmemengen auf, und wenn wir uns die Aequivalente als die relativen Gewichte der Atomen denken, so ist klar, daß die Wärmemenge, die ein Atom unter gleichen Bedingungen aufnimmt oder abgibt, für je ein Atom gleich ist, und sich, in Zahlen ausgedrückt, umgekehrt verhält, wie die Gewichte der Atome.

Es ist gewiß ein seltsames Resultat, daß die Menge Eis, die ein Körper schmilzt, dazu gedient hat, um in manchen Fällen die Gewichtsverhältnisse zu berichtigen

und festzusetzen, in denen sich dieser Körper mit andern verbindet.

Noch viel sonderbarer mag es aber Vielen erscheinen, daß diese Eigenschaft (Wärme aufzunehmen oder abzugeben) bei den luftförmigen Körpern in einer ganz bestimmten Beziehung steht zu dem Tone einer Pfeife oder Flöte, welcher durch Einblasen des Gases hervorgebracht wird, so zwar, daß ein berühmter Naturforscher (Dulong) aus dem ungleichen Tone die Menge der Wärme beziehungsweise festzusetzen vermochte, welche bei constantem Volumen die Gase beim Zusammenpressen entlassen oder bei ihrer Ausdehnung verschlucken.

Um eine klare Einsicht in diesen merkwürdigen Zusammenhang zu haben, muß man sich an einen der schönsten Gedanken von La Place, hinsichtlich des Zusammenhangs der specifischen Wärme der Gase mit ihrem Fortpflanzungsvermögen des Schalles, erinnern. Es ist bekannt, daß Newton und viele auf ihn folgende Mathematiker vergebens versuchten, eine der Beobachtung entsprechende Formel für die Geschwindigkeit des Schalles aufzustellen. Das Berechnete war dem Resultate der Beobachtung nahe; allein es zeigte sich stets ein unerklärbarer Unterschied. Da nun die Verbreitung des Schalles durch das Vibriren der elastischen Lufttheilchen, in Folge also eines Zusammenpressens und einer darauf folgenden Ausdehnung derselben geschieht, und bei dem

Zusammenpressen der Luft Wärme frei und bei der Wiederausdehnung Wärme verschluckt wird, so vermuthete La Place, daß dieses Wärmephänomen einen Einfluß auf die Fortleitung des Schalles haben müsse, und es zeigte sich in der That, daß nach in Rechnungstellung der specifischen Wärme der Luft die Formel des Mathematikers frei von allen Fehlern und ein genauer Ausdruck für die beobachtete Geschwindigkeit war.

Wenn man nun die Geschwindigkeit des Schalles nach der Newton'schen Formel (also ohne Rücksicht auf die specifische Wärme der Luft) berechnet und sie mit der Formel von La Place vergleicht, so ergibt sich zwischen beiden ein Unterschied in der Länge des Raumes, den eine Schallwelle in einer Sekunde in beiden Fällen zurücklegt. Dieser Unterschied rührt von der specifischen Wärme der Luft, von der Wärmemenge her, die bei der Fortpflanzung des Schalles aus den in Bewegung gesetzten Lufttheilchen frei wird. Es ist nun klar, daß dieser Unterschied in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in andern Gasen, die bei gleichem Volumen *mehr* oder *weniger* Wärme als die Luft enthalten und durch Druck entlassen, *größer* oder *kleiner* ausfallen wird, als für die Luft, und es ist somit leicht ersichtlich, wie die Zahlen, welche diese ungleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in verschiedenen Gasen ausdrücken, zu gleicher Zeit ein Maß abgeben für die ungleichen Wärmemengen, die sie enthalten.

Da nun die Höhe oder Tiefe des Tones von der Anzahl der Vibrationen einer Schallwelle in einer Sekunde, also von der Geschwindigkeit abhängig ist, mit welcher sich die eingetretene Bewegung fortpflanzt, und man weiß, daß in allen Gasen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Schallwelle direkt proportional ist der Anzahl der Vibrationen der Töne, die dadurch hervorgebracht werden, so erklärt sich hieraus, wie durch die ungleiche Höhe des Tones, welcher durch verschiedene Gase mittelst einer Pfeife hervorgebracht wird, die specifische Wärme der Gase (wie viel das eine Gas mehr als das andere Gas enthält) ermittelt werden kann.

Die große Entdeckung, daß die musikalische Harmonie, ein jeder Ton, der das Herz rührt, zur Freude stimmt, für Tapferkeit begeistert, das Merkzeichen einer bestimmten und bestimmbaren Anzahl von Schwingungen der Theile des fortpflanzenden Mediums ist und damit ein Zeichen von Allem, was nach den Gesetzen der Wellenlehre erschließbar ist aus dieser Bewegung, hat die Akustik zu dem Range erhoben, den sie gegenwärtig einnimmt. Eine Menge die Töne betreffender Wahrheiten wurden aus der Wellenlehre erschließbar, während empirische Wahrheiten zu einer entsprechenden Kenntniß der Eigenschaften vibrirender Körper führten, welche früher ganz unbekannt waren.

Man unterlegt dem berühmten Wiener Violinver-

fertiger, daß er sich das Holz zu seinen Violinen im Walde mit dem Hammer ausgesucht, daß er diejenigen Bäume gewählt habe, die beim Anklopfen einen gewissen ihm allein bekannten Ton gegeben hatten. Dies ist sicher eine Fabel; daß er aber wußte, daß das obere und untere Brett einer guten Violine in einer Sekunde eine gewisse Anzahl Schwingungen machen, einen bestimmten Ton geben, und daß die Dicke des Brettes hiernach eingerichtet werden müsse, darüber kann man nicht den geringsten Zweifel hegen.

Wenn man zuletzt erwägt, daß der durch einen Metalldraht gehende elektrische Strom in einem ganz bestimmten Verhältnisse steht zu den magnetischen Eigenschaften, welche dieser Draht hierdurch empfängt, wenn man sich erinnert, daß durch die Magnetnadel die feinsten Unterschiede der strahlenden Wärme gemessen werden können, daß die Quantität der in Bewegung gesetzten Elektricität in Zahlen ausdrückbar ist durch die nämliche Magnetnadel, daß sie gemessen werden kann in Cubikzollen Wasserstoffgas und in Gewichtstheilen von Metallen; wenn wir also sehen, daß die Ursachen oder Kräfte, von welchen die Eigenschaften der Körper, ihre Fähigkeit, auf unsere Sinne einen Eindruck zu machen oder überhaupt einen Effekt auszuüben, in einem ermittelbaren Abhängigkeitsverhältnisse zu einander stehen, wer könnte gegenwärtig daran zweifeln, daß die vitalen Eigenschaften diesen Gesetzen der Abhängig-

keit gleich allen andern Eigenschaften folgen, daß die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Elemente, ihre Form- oder Ordnungsweise, eine ganz bestimmte und bestimmbare Rolle in den Lebenserscheinungen spielen?

Die bloße Kenntniß der chemischen Formeln reicht natürlich hierzu nicht aus, sondern es ist nothwendig, die Gesetze der Beziehungen zu ermitteln, in welchen die Zusammensetzung und Form der Nahrung oder der Secrete zu dem Ernährungsprocesse oder die Zusammensetzung der Heilmittel zu den Wirkungen, die sie auf den Organismus ausüben, stehen.

Es ist gewiß, daß alle Fortschritte der Physiologie der Pflanzen und Thiere von Aristoteles bis auf unsere Zeiten nur durch die Fortschritte der Anatomie möglich gemacht worden sind. Sowie derjenige über die Destillation im Dunkeln bleiben wird, der nichts mehr davon gesehen hat, als die Maische, das Feuer und den Hahn, aus welchem der Spiritus tropft, so ist in der That ohne Kenntniß des Apparates die Einsicht in den Vorgang unmöglich. Nun ist aber der Organismus ein viel zusammengesetzterer Apparat, der vor allem Andern eine ganz genaue Kenntniß der Struktur aller einzelnen Theile erfordert, ehe man ihre Bedeutung und die Funktion für das Ganze beurtheilen kann. (Schleiden).

Man muß aber immer im Auge behalten, daß seit Aristoteles bis auf Leuvenhoeks Zeiten die Anatomie für

sich über die Gesetze der Lebenserscheinungen nur theilweise Licht verbreitet hat, daß uns die Kenntniß des Destillationsapparates allein, über seinen Zweck nicht unterrichtet, daß für viele organische Processe dasselbe behauptet werden kann, wie für die Destillation, wo der, welcher die Natur des Feuers, die Gesetze der Verbreitung der Wärme, die Gesetze der Verdampfung, die Zusammensetzung der Maische und die des Produktes der Destillation kennt, unendlich mehr von der Destillation weiß, nicht allein als der, welcher den Apparat in seinen kleinsten Theilen kennt, sondern auch unendlich mehr, als der Kupferschmied, der den Apparat gemacht hat.

Mit jeder Entdeckung in der Anatomie haben die Beschreibungen an Schärfe, Genauigkeit und Umfang zugenommen, die rastlose Forschung ist bis zur Zelle angelangt, von diesem Höhepunkt an muß eine neue Forschung beginnen.

Wenn die anatomische Kenntniß zur Lösung einer physiologischen Frage dienen soll, so muß nothwendig noch Etwas mit hinzugezogen werden, und das Nächste ist doch offenbar der Stoff, aus dem die Form besteht, die Kräfte und die Eigenschaften, die ihm neben den vitalen zukommen, die Kenntniß des Ursprunges des Stoffes und der Veränderungen, die er erfährt, um vitale Eigenschaften zu erlangen; es ist zuletzt unerläßlich, die Beziehungen zu kennen, in welchen alle Bestand-

theile des Organismus, die flüssigen sowohl wie die festen, ganz abgesehen von der Form, zu einander stehen. Mit dem, was die Chemie über diese hochwichtigen Fragen zu Tage gefördert hat, scheint vielen Physiologen nur die Chemie bereichert worden zu sein, obwohl alle diese Resultate in der Chemie einen ebenso untergeordneten Platz einnehmen, wie die, welche durch die Mineralien- und Mineralwasseranalysen erworben worden sind.

Von der falschen Vorstellung, die man sich von dem Einflusse der Chemie auf die Erklärung der vitalen Erscheinungen macht, rührt es her, daß man von der einen Seite diesen Einfluß zu gering anschlägt, während die Erwartungen und Anforderungen der andern zu hoch gespannt sind.

Wenn zwischen zwei Thatsachen ein ganz bestimmter Zusammenhang besteht oder aufgefunden wird, so ist es die Aufgabe der Chemie keineswegs, diesen Zusammenhang zu erweisen, sondern lediglich nur denselben in Quantitäten, in Zahlen auszudrücken. Durch die Zahlen allein kann zwischen zwei Thatsachen keine Beziehung hergestellt werden, wenn diese Beziehung an sich nicht besteht.

Bittermandelöl und Benzoesäure sind ihrem Vorkommen und ihren Eigenschaften nach zwei durchaus verschiedene organische Verbindungen. Von einer gegen-

seitigen Beziehung zwischen beiden war vor einigen Jahren noch keine Rede. Man entdeckte nun, daß das Bittermandelöl an der Luft fest und krystallinisch wurde, und daß der entstandene Körper identisch in seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung mit Benzoesäure ist. Eine Beziehung zwischen beiden war nach dieser Erfahrung unverkennbar. Die Beobachtung erwies, daß bei dem Uebergange des Bittermandelöls in Benzoesäure Sauerstoff aus der Luft aufgenommen wird und die Analyse beider setzte die vorgegangene Umwandlung in Zahlen fest, und so weit sie erklärbar war, erklärte sie sie damit.

In einer ähnlichen Weise wurde durch das Studium der Veränderungen, welche das Kartoffelfuselöl durch den Einfluß des Sauerstoffs erfährt, eine bestimmte Beziehung zwischen diesem Körper und der Baldriansäure entdeckt und durch den Zahlenausdruck dargethan, daß sich beide zu einander wie der gewöhnliche Weinalkohol zu der Essigsäure verhalten.

Der Harn des Menschen enthält Harnstoff, häufig Harnsäure, in dem Harne gewisser Thierklassen fehlt die Harnsäure, in dem Harne anderer der Harnstoff. Mit der Zunahme der Harnsäure nimmt der Harnstoffgehalt des Harnes ab, der Harn des Fötus der Kuh enthält Allantoin, in dem Menschenharne macht die Oralsäure einen selten fehlenden Bestandtheil aus. Der Wechsel in gewissen

vitalen Vorgängen im Organismus ist begleitet von einem entsprechenden Wechsel in der Natur, Menge und Beschaffenheit der Verbindungen, welche durch die Nieren secernirt werden. Es ist die Aufgabe des Chemikers, die beobachteten Beziehungen quantitativ auszudrücken, in welchen diese Körper zu einander und zu den Vorgängen im Organismus stehen.

Die Chemie unterlegt zuvörderst durch die Analyse den Wörtern Harnstoff, Harnsäure, Allantoin, Oralsäure ihre quantitative Bedeutung; durch diese Formeln wird noch keine Beziehung zwischen ihnen gegenseitig hergestellt, indem sie aber ihr Verhalten und die Aenderungen untersucht, welche diese Verbindungen unter dem Einflusse des Sauerstoffs und des Wassers, derjenigen Körper also erleiden, die an ihrer Bildung oder Veränderung im Organismus Antheil haben, so gelangt sie zu Ausdrücken eines bestimmten und unverkennbaren Zusammenhanges. Durch die Hinzuführung von Sauerstoff zu Harnsäure spaltet sie sich in drei Produkte, in Allantoin, Harnstoff und Oralsäure. Durch eine größere Zufuhr von Sauerstoff geht die Harnsäure gerade auf in Harnstoff und Kohlensäure. Das Allantoin stellt sich dar als harnsaurer Harnstoff. Die Vergleichung der von dem Chemiker entdeckten Bedingungen des Ueberganges der Harnsäure in Harnstoff mit denjenigen, die den Vorgang im Organismus begleiten, führt zu dem

Schlusse, daß die Bedingungen (in dem erwähnten Falle Zufuhr von Sauerstoff) in beiden Fällen die nämlichen sind oder daß sie von einander abweichen. Diese Abweichungen geben jetzt neue Anhaltpunkte zu Untersuchungen ab, mit ihrer Ermittelung ist der Vorgang erklärt.

Der Harnstoff und die Harnsäure sind Produkte der Veränderungen, welche die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Blutes unter dem Einflusse des Wassers und des Sauerstoffs erleiden. Die Beziehung zwischen dem letztern und der Harnsäure, dem Harnstoffe zu dem Sauerstoffe der Luft und den Elementen des Wassers, die quantitativen Bedingungen ihrer Bildung drückt die Chemie in Formeln aus, und, so weit ihr Gebiet reicht, erklärt sie sie damit.

Es ist auch dem Unkundigen einleuchtend, daß die Verschiedenheit der Eigenschaften zweier Körper entweder ahängig ist von einer verschiedenen Ordnungsweise der Elemente, woraus sie bestehen, oder von einem quantitativen Unterschiede in der Zusammensetzung. Die Formeln des Chemikers sind Ausdrücke der verschiedenen Ordnungsweise oder der quantitativen Verschiedenheiten, welche die qualitativen begleiten. Die heutige Chemie kann selbst durch die sorgfältigste Analyse die Zusammensetzung eines organischen Körpers nicht mit Sicherheit feststellen, wenn die quantitative Beziehung desselben

zu einem zweiten nicht ermittelt ist, über dessen Formel kein Zweifel besteht; nur in dieser Weise konnte z. B. die Formel des Bittermandelöls und Fuselöls festgesetzt werden, und wenn ein Abhängigkeitsverhältniß zwischen zwei Körpern durch unmittelbare Beobachtung nicht wahrgenommen werden kann, so ist der Chemiker genöthigt, sich durch die Experimentirkunst die Beziehungen zu schaffen; er sucht den Körper in zwei oder mehrere Produkte zu spalten, er untersucht die Produkte, die er durch den Einfluß des Sauerstoffs oder des Chlors, der Alkalien und Säuren daraus erhält, und durch diese Mittel gelingt es ihm zuletzt, eins oder mehrere Produkte zu erhalten, deren Zusammensetzung vollständig ermittelt ist, deren Formel er kennt. An die Formel dieser Produkte knüpft er jetzt die Formel des Körpers an, die er sucht. Die Summe des Ganzen, er erschließt sie mit Hülfe der Kenntniß eines, mehrerer oder aller Theile, aus denen das Ganze besteht. So ist die Anzahl der Aequivalente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die zu einem Zuckertheilchen gehören, durch die Analyse nicht bestimmbar; die Geschicklichkeit eines Chemikers gibt keinen Beweis ab für die Richtigkeit seiner Analyse des Salicins, des Amygdalins; der Zucker verbindet sich aber mit Bleioxyd, er zerlegt sich durch die Gährung in Kohlensäure und Alkohol in zwei Verbindungen, deren Formeln genau bekannt sind; das

Amygdalin zerfällt in Blausäure, in Bittermandelöl und Zucker, das Salicin in Zucker und in Saligenin.

Es ist klar, wenn das Gewicht des Körpers und des von einem oder zwei oder allen aus demselben hervorgehenden Produkten und ihre Formel bekannt ist, so kann die Anzahl und das Verhältniß von einem oder zwei oder von allen seinen Elementen, d. h. seine Formel, erschlossen, das Resultat der Analyse kann dadurch bewahrheitet oder berichtigt werden.

Die Bedeutung der Formeln des Chemikers ist hiernach klar. Die richtige Formel eines Körpers drückt die quantitativen Beziehungen aus, in welchen der Körper zu einem, zwei oder mehreren andern steht. Die Formel des Zuckers drückt die ganze Summe seiner Elemente aus, die sich mit einem Aequivalent Bleioxyd vereinigen oder die Menge Kohlensäure und Alkohol, in welche er durch die Gährung zerfällt. Man wird hiernach verstehen, warum der Chemiker häufig gezwungen ist, den Stoff, dessen Zusammensetzung er feststellen will, in zahlreiche Produkte zu spalten, warum er seine Verbindungen studirt. Alles dies sind Controlen für seine Analyse. Keine Formel verdient volles Vertrauen, wenn der Körper, dessen Zusammensetzung sie ausdrücken soll, diesen Operationen nicht unterworfen worden ist.

Indem einige neuere Physiologen vergaßen, daß die Kenntniß der Beziehungen zweier Erscheinungen ihrem

Ausdrucke in Zahlen vorangehen müsse, arteten die Formeln des Chemikers in ihren Händen zu einer sinnlosen Spielerei aus. Anstatt eines Ausdrucks für ein wirklich vorhandenes Abhängigkeitsverhältniß suchten sie durch Zahlen Beziehungen herzustellen, die in der Natur nicht bestehen oder niemals beobachtet worden sind. Diese Eigenschaft kommt aber den Zahlen nicht zu.

Zweiundzwanzigster Brief.

Die Entdeckungen der Chemie im Gebiete der Physiologie haben in der neueren Zeit über viele der wichtigsten Vorgänge im Thierorganismus ungeahnte Aufschlüsse gegeben und zu klareren Begriffen geführt über das, was Gift, Nahrungs- oder Arzneimittel genannt werden muß. Der Begriff von Hunger und Tod bewegt sich nicht mehr um eine bloße Beschreibung von Zuständen.

Wir wissen jetzt mit positiver Gewißheit, daß die Speisen der Menschen und Thiere in zwei große Klassen zerfallen, von denen die eine zur eigentlichen Ernährung und Neubildung der festen Theile ihres Leibes, die zweite hingegen zur Vermittelung dieser Processe und zu andern Zwecken dient. Es läßt sich jetzt mit mathematischer Sicherheit beweisen, daß eine Messerspitze voll Mehl nahrhafter ist, als fünf Maas des besten baierischen Biers; daß ein Individuum, welches im Stande ist, täglich fünf Maas Bier zu trinken, in einem Jahre im günstigsten Falle genau die nahrhaften

Bestandtheile von einem fünfpfündigen Laib Brod oder von drei Pfund Fleisch verzehrt.

Die völlige Umkehrung aller früheren Begriffe über den Antheil, den Bier, Zucker, Stärkmehl rc. an dem Lebensproceß nehmen, gewährt einer näheren Kenntniß der neuesten Forschungen und Ansichten in diesem Gebiete gewiß einiges Interesse.

Zu den ersten Bedingungen der Unterhaltung des thierischen Lebens gehört die Aufnahme von Nahrung (Stillung des Hungers) und von Sauerstoff aus der Luft (Athmungsproceß). In jedem Zeittheilchen seines Lebens nimmt der Mensch durch die Organe der Respiration Sauerstoff auf. Nie ist, so lange das Thier lebt, ein Stillstand bemerklich. Die Beobachtungen der Physiologen zeigen, daß der Körper eines erwachsenen Menschen nach vierundzwanzig Stunden bei hinlänglicher Nahrung an Gewicht weder zu- noch abgenommen hat, dennoch ist die Menge von Sauerstoff, die in dieser Zeit in seinen Organismus aufgenommen wurde, höchst beträchtlich. Nach Lavoisier's und Menzie's Versuchen werden von einem erwachsenen Mann in einem Jahre 7 — 800 Pfund Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in seinen Körper aufgenommen und dennoch finden wir sein Gewicht zu Anfang und zu Ende des Jahres entweder ganz unverändert, oder die Ab- und Zunahme bewegt sich um wenige Pfunde. Wo ist, kann man fragen,

dieses enorme Gewicht an Sauerstoff hingekommen, das ein Individuum im Verlaufe eines Jahres in sich aufnimmt? Diese Frage ist mit befriedigender Sicherheit gelöst: kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form einer Kohlenstoff- oder einer Wasserstoffverbindung wieder aus. Der Kohlenstoff und der Wasserstoff von gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers haben sich mit dem durch die Haut und Lunge aufgenommenen Sauerstoff verbunden, sie sind als Kohlensäure und Wasserdampf wieder ausgetreten. Mit jedem Athemzuge, in jedem Lebensmomente trennen sich von dem Thierorganismus gewisse Mengen seiner Bestandtheile, nachdem sie mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft eine Verbindung in dem Körper selbst eingegangen sind. Wenn wir die Blutmenge in dem Körper eines Menschen zu 24 Pfund bei einem Wassergehalt von 80 Procent annehmen, so ergiebt sich aus der bekannten Zusammensetzung des Bluts, daß zu einer völligen Verwandlung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Blut, in Kohlensäure und Wasser eine Quantität Sauerstoff nöthig ist, die in vier bis fünf Tagen in den Körper eines erwachsenen Menschen aufgenommen wird.

Gleichgültig, ob der Sauerstoff an die Bestandtheile des Bluts tritt oder an andere kohlen- und wasserstoffreiche Materien im Körper, es kann dem Schlusse nichts

entgegengesetzt werden, daß dem menschlichen Körper in vier Tagen und fünf Stunden so viel an Kohlen- und Wasserstoff in seinen Nahrungsmitteln wieder zugeführt werden muß, als nöthig wäre, 24 Pfund Blut mit diesen Bestandtheilen zu versehen, vorausgesetzt, daß das Gewicht des Körpers sich nicht ändern, daß er seine normale Beschaffenheit behaupten soll.

Diese Zufuhr geschieht durch die Speisen.

Aus der genauen Bestimmung der Kohlenstoffmenge, welche durch die Speisen in den Körper aufgenommen wird, so wie durch die Ausmittelung derjenigen Quantität, welche durch die Fäces und den Urin unverbrannt oder, wenn man will, in einer andern Form, als in der Form einer Sauerstoffverbindung, wieder austritt, ergibt sich, daß ein erwachsener Mann, im Zustande mäßiger Bewegung, täglich 27,8 Loth Kohlenstoff verzehrt*). Diese $27^8/_{10}$ Loth

*) Die eben angeführten Zahlen sind durchschnittlich dem Verbrauch von 856 Mann casernirter Soldaten entnommen, deren Speisen (Brod, Kartoffeln, Fleisch, Linsen, Erbsen, Bohnen ꝛc.) während eines Monats bis auf Pfeffer, Salz und Butter mit der größten Genauigkeit gewogen und jedes Einzelne der Elementaranalyse unterworfen worden war. Eine Ausnahme hiervon machten drei Gardisten, welche außer dem vorschriftmäßigen Brodquantum (2 Pfund täglich) in jeder Löhnungsperiode $^1/_2$ Laib = 2 $^1/_2$ Pfund mehr bekamen, und ein Tambour, der $^1/_2$ Laib übrig behielt. Ungerechnet hierin ist der Kohlenstoffgehalt der frischen Gemüse, des Sauerkrauts, so wie dasjenige, was die Soldaten des Abends verzehrten. Nach einem

Kohlenstoff entweichen aus Haut und Lunge in der Form von kohlensaurem Gas. Zur Verwandlung in kohlensaures Gas bedürfen diese 27,8 Loth Kohlenstoff, 74 Loth Sauerstoff. Nach den analytischen Bestimmungen von Boussingault (**Ann. de chim. et de phys. LXX. 1, p. 136.**) verzehrt ein Pferd in 24 Stunden 158¾ Loth Kohlenstoff, eine milchgebende Kuh 141½ Loth, ein Schwein, das mit Kartoffeln gefüttert wurde, 43 Loth. Die hier angeführten Kohlenstoffmengen sind als Kohlensäure aus ihrem Körper getreten, das Pferd hat in 24 Stunden für die Ueberführung des Kohlenstoffs in Kohlensäure 13⁷⁄₃₂ Pfund und die Kuh 11⅔ Pfund Sauerstoff verbraucht. Da kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs in einer andern Form als in der einer Kohlen- oder Wasserstoffverbindung

---

annähernden Ueberschlage des Feldwebels verzehrt jeder Soldat täglich durchschnittlich 6 Loth Wurst, 1½ Loth Butter, ½ Schoppen (¼ Liter) Bier und ¹⁄₁₀ Schoppen Branntwein, deren Kohlenstoffgehalt mehr als das Doppelte beträgt von dem Kohlenstoffgehalt der Fäces und des Urins zusammengenommen. Die Fäces betragen bei einem Soldaten durchschnittlich 11½ Loth, sie enthalten 75 Proc. Wasser und der trockene Rückstand 45,24 Proc. Kohlenstoff und 13,15 Proc. Asche. 100 Theile frische Fäces enthalten hiernach 11,31 Kohlenstoff, sehr nahe so viel wie ein gleiches Gewicht frisches Fleisch. In obiger Rechnung ist der Kohlenstoff der Fäces und der des Urins gleichgesetzt worden dem Kohlenstoffgehalt der frischen Gemüse und der andern Speisen, welche im Wirthshause verzehrt wurden.

wieder aus dem Körper tritt, da ferner bei normalem Gesundheitszustande der ausgetretene Kohlen- und Wasserstoff wieder ersetzt wird durch Kohlen- und Wasserstoff, den wir in den Speisen zuführen, so ist klar, daß die Menge von Nahrung, welche der thierische Organismus zu seiner Erhaltung bedarf, in geradem Verhältniß zu dem aufgenommenen Sauerstoff steht.

Zwei Thiere, die in gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Sauerstoff durch Haut und Lunge in sich aufnehmen, verzehren in einem ähnlichen Verhältniß ein ungleiches Gewicht von der nämlichen Speise.

In gleichen Zeiten ist der Sauerstoffverbrauch ausdrückbar durch die Anzahl der Athemzüge; es ist klar, daß bei einem und demselben Thiere die Menge der zu genießenden Nahrung wechselt, je nach der Stärke und Anzahl der Athemzüge.

Ein Kind, dessen Respirationswerkzeuge sich in größerer Thätigkeit befinden, muß häufiger und verhältnißmäßig mehr Nahrung zu sich nehmen, als ein Erwachsener, es kann den Hunger weniger leicht ertragen. Ein Vogel stirbt bei Mangel an Nahrung den dritten Tag; eine Schlange, die in einer Stunde, unter einer Glasglocke athmend, kaum so viel Sauerstoff verzehrt, daß die davon erzeugte Kohlensäure wahrnehmbar ist, lebt drei Monate und länger ohne Nahrung.

Im Zustand der Ruhe beträgt die Anzahl der Athem-

züge weniger als im Zustand der Bewegung und Arbeit. Die Menge der in beiden Zuständen nothwendigen Nahrung muß in dem nämlichen Verhältniß stehen.

Ein Ueberfluß von Nahrung und Mangel an eingeathmetem Sauerstoff (an Bewegung), sowie starke Bewegung (die zu einem größeren Maaß von Nahrung zwingt) und schwache Verdauungsorgane sind unverträglich mit einander.

Die Menge des Sauerstoffs, welche ein Thier durch die Lunge aufnimmt, ist aber nicht allein abhängig von der Anzahl der Athemzüge, sondern auch von der Größe und dem Umfang der Lungen und von der Schnelligkeit, mit welcher das Blut seinen Ort wechselt; die Anzahl der Pulsschläge in einer gegebenen Zeit giebt ein ziemlich genaues Maas für die Geschwindigkeit ab, mit welcher das Blut durch die Lungen strömt, obwohl damit die Menge des zufließenden Blutes, welche von der Größe oder dem innern Raum der Herzkammer abhängig ist, nicht gemessen werden kann. Alle diese Verhältnisse üben einen bestimmten Einfluß auf den Sauerstoffverbrauch und in dessen Folge auf die Menge der zu genießenden Speise aus. Zwei Individuen mit ungleichen Pulsschlägen oder ungleich großen Lungen verbrauchen unter gleichen Verhältnissen ein ungleiches Maas von Nahrung; das mit der kleinern Lunge verbraucht weniger. Wenn beide gleich viel Speise verzeh=

ren, so kann der Fall eintreten, daß der eine mager bleibt, während der andere fett wird. Die richtige Beurtheilung der Brusthöhle, gibt den erfahrnen Landwirthen einen sicheren Anhaltpunkt zur Schätzung des Milchertrags zweier Kühe, oder der Mastfähigkeit zweier Ochsen oder Schweine von sonst gleicher Beschaffenheit ab.

Im Sommer enthält die atmosphärische Luft Wassergas, im Winter ist sie trocken. Der Raum, den der Wasserdampf in der warmen Luft einnimmt, wird im Winter von Luft eingenommen, d. h. sie enthält bei gleichem Volum im Winter mehr Sauerstoff wie im Sommer.

In ähnlicher Weise ändert sich die absolute Sauerstoffmenge des eingeathmeten Luftvolums mit dem Barometerstande, an dem Ufer des Meeres enthält ein Kubikfuß Luft mehr Sauerstoff, als wie auf hohen Bergen. Auf den bewohnten Gebirgsebenen Centralamerikas in einer Höhe von 8 bis 10,000 Fuß enthält die Luft in gleichem Volum beinahe ein Drittel weniger Sauerstoff als in den tiefen Schichten der Zinnbergwerke zu Cornwallis; aber diese Aenderungen in der Dichtigkeit der Luft durch Temperatur, Verdunstung oder Druck üben keinen bemerklichen Einfluß auf die Sauerstoffmenge, welche in jeder Zeitsekunde von dem Blute aufgenommen wird und damit auf den täglichen Bedarf an Speise aus.

Der Sauerstoffverbrauch ist lediglich abhängig von den Athembewegungen und von der Bewegung des Blutes und es erklärt sich hieraus der Einfluß einer erschlaffenden Hitze in warmen Klimaten und der größere Verbrauch an Sauerstoff in kalter Luft, in welcher die Anzahl und Tiefe der Athemzüge zunimmt.

Die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen und des durch die Blutcirculation im Körper verbreiteten Sauerstoffs ist die Quelle der thierischen Wärme.

Dreiundzwanzigster Brief.

Die Quelle der thierischen Wärme, die Gesetze, nach denen sie erzeugt wird, der Einfluß, welchen sie auf die Funktionen des thierischen Organismus ausübt, sind Gegenstände, in so hohem Grade belehrend und unterhaltend, daß ich es mir nicht versagen kann, durch einige Andeutungen Ihre Aufmerksamkeit darauf hinzulenken.

Alle lebende Wesen, deren Existenz auf einer Einsaugung von Sauerstoff beruht, besitzen eine von der Umgebung unabhängige Wärmequelle. Diese Wahrheit bezieht sich auf alle Thiere, sie erstreckt sich auf den keimenden Samen, auf die Blüthe der Pflanze und auf die reifende Frucht. Nur in den Theilen des Thiers, zu welchen arterielles Blut, und durch dieses der in dem Athmungsproceß aufgenommene Sauerstoff gelangen kann, wird Wärme erzeugt. Haare, Wolle, Federn besitzen keine eigenthümliche Temperatur. Diese höhere Temperatur des Thierkörpers oder, wenn man will, Wärme-Ausscheidung, ist überall und unter allen Umständen die Folge der Verbindung einer brennbaren

Substanz mit Sauerstoff. In welcher Form sich auch der Kohlenstoff mit Sauerstoff verbinden mag, der Act der Verbindung kann nicht vor sich gehen, ohne von Wärme-Entwicklung begleitet zu sein; gleichgültig, ob sie langsam oder rasch erfolgt, ob sie in höherer oder niederer Temperatur vor sich geht, stets bleibt die freigewordene Wärmemenge eine unveränderliche Größe. Wenn wir uns denken, daß sich der Kohlenstoff der Speisen im Thierkörper in Kohlensäure verwandele, muß ebenso viel Wärme entwickelt werden, als wenn er in der Luft oder im Sauerstoff direct verbrannt worden wäre; der einzige Unterschied ist der, daß die erzeugte Wärmemenge sich auf ungleiche Zeiten vertheilt. In reinem Sauerstoffgas geht die Verbrennung schneller vor sich, die Temperatur ist höher; in der Luft langsamer, die Temperatur ist niedriger, sie hält aber länger an.

Es ist klar, daß mit der Menge des in gleichen Zeiten durch den Athmungsproceß zugeführten Sauerstoffs die Anzahl der freigewordenen Wärmegrade zu- oder abnehmen muß. Thiere, welche rasch und schnell athmen, und demzufolge viel Sauerstoff verzehren, besitzen eine höhere Temperatur als andere, die in derselben Zeit, bei gleichem Volum des zu erwärmenden Körpers, weniger in sich aufnehmen; ein Kind mehr (39°) als ein erwachsener Mensch (37,5°), ein Vogel mehr (40 bis 41°) wie ein vierfüßiges Thier (37 bis 38°), wie ein

Fisch oder Amphibium, dessen Eigentemperatur sich 1½ bis 2° über das umgebende Medium erhebt. Alle Thiere sind warmblütig, allein nur bei denen, welche durch Lungen athmen, ist die Eigenwärme ganz unabhängig von der Temperatur der Umgebung.

Die zuverlässigsten Beobachtungen beweisen, daß in allen Klimaten, in der gemäßigten Zone sowohl, wie am Aequator oder an den Polen, die Temperatur des Menschen so wie die aller sogenannten warmblütigen Thiere niemals wechselt; allein wie verschieden sind die Zustände, in denen sie leben!

Der Thierkörper ist ein erwärmter Körper, der sich zu seiner Umgebung verhält, wie alle warme Körper; er empfängt Wärme, wenn die äußere Temperatur höher, er gibt Wärme ab, wenn sie niedriger ist, als seine eigene Temperatur.

Wir wissen, daß die Schnelligkeit der Abkühlung eines warmen Körpers wächst mit der Differenz seiner eigenen Temperatur und der des Mediums, worin er sich befindet, d. h. je kälter die Umgebung ist, in desto kürzerer Zeit kühlt sich der warme Körper ab.

Wie ungleich ist aber der Wärmeverlust, den ein Mensch in Palermo erleidet, wo die äußere Temperatur beinahe gleich ist der Temperatur des Körpers, und der eines Menschen, der am Pole lebt, wo die Temperatur 40 bis 50 Grade niedriger ist!

Trotz diesem so höchst ungleichen Wärmeverlust zeigt die Erfahrung, daß das Blut des Polarländers keine niedrigere Temperatur besitzt, als das des Südländers, der in einer so verschiedenen Umgebung lebt.

Diese Thatsache, ihrer wahren Bedeutung nach anerkannt, beweist, daß der Wärmeverlust in dem Thierkörper ebenso schnell erneuert wird; im Winter erfolgt diese Erneuerung schneller wie im Sommer, am Pole rascher wie am Aequator.

In verschiedenen Klimaten wechselt nun die Menge des durch die Respiration in den Körper tretenden Sauerstoffs nach der Temperatur der äußern Luft; mit dem Wärmeverlust durch Abkühlung steigt die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs; die zur Verbindung mit diesem Sauerstoff nöthige Menge Kohlenstoff oder Wasserstoff muß in einem ähnlichen Verhältniß zunehmen. Es ist klar, daß der Wärme-Ersatz bewirkt wird durch die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen, die sich mit dem eingeathmeten Sauerstoff verbinden. Um einen trivialen, aber deswegen nicht minder richtigen Vergleich anzuwenden, verhält sich in dieser Beziehung der Thierkörper wie ein Ofen, den wir mit Brennmaterial versehen. Gleichgültig, welche Formen die Speisen nach und nach im Körper annehmen, welche Veränderungen sie auch erleiden mögen, die letzte Veränderung, die sie erfahren können, ist eine Verwandlung ihres Kohlenstoffs in

Kohlensäure, ihres Wasserstoffs in Wasser; der Stickstoff und der unverbrannte Kohlenstoff werden in dem Urin und den festen Excrementen abgeschieden. Um eine constante Temperatur im Ofen zu haben, müssen wir, je nachdem die äußere Temperatur wechselt, eine ungleiche Menge von Brennmaterial einschieben.

In Beziehung auf den Thierkörper sind die Speisen das Brennmaterial; bei gehörigem Sauerstoffzutritt erhalten wir die durch ihre Oxydation frei werdende Wärme. Im Winter, bei Bewegung in kalter Luft, wo die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs zunimmt, wächst in dem nämlichen Verhältniß das Bedürfniß nach kohlen- und wasserstoffreichen Nahrungsmitteln, und in der Befriedigung dieses Bedürfnisses erhalten wir den wirksamsten Schutz gegen die grimmigste Kälte.

Das aufgenommene Sauerstoffgas tritt im Sommer und Winter, in ähnlicher Weise verändert, wieder aus, wir athmen in niederer Temperatur mehr Kohlenstoff aus, wie in höherer, und wir müssen in dem nämlichen Verhältniß mehr oder weniger Kohlenstoff in den Speisen genießen, in Schweden mehr wie in Sicilien, in unsern Gegenden im Winter ein ganzes Achtel mehr wie im Sommer. Selbst wenn wir dem Gewicht nach gleiche Quantitäten Speise in kalten und warmen Gegenden genießen, so hat eine unendliche Weisheit die Einrichtung getroffen, daß diese Speisen

höchst ungleich in ihrem Kohlenstoffgehalte sind. Die Früchte, welche der Südländer genießt, enthalten im frischen Zustande nicht über 12 Procent Kohlenstoff, während der Speck und Thran des Polarländers 66 bis 80 Procent Kohlenstoff enthalten. Es ist keine schwere Aufgabe, sich in warmen Gegenden der Mäßigkeit zu befleißigen, oder lange Zeit den Hunger unter dem Aequator zu ertragen, allein Kälte und Hunger reiben in kurzer Zeit den Körper auf.

Ein Hungernder friert. Jedermann weiß, daß die Raubthiere der nördlichen Klimate an Gefräßigkeit weit denen der südlichen Gegenden voranstehen.

In der kalten und temperirten Zone treibt uns die Luft, die ohne Aufhören den Körper zu verzehren strebt, zur Arbeit und Anstrengung, um uns die Mittel zum Widerstande gegen ihre Einwirkung zu schaffen, während in heißen Klimaten die Anforderungen zur Herbeischaffung von Speise bei weitem nicht so dringend sind.

Unsere Kleider sind in Beziehung auf die Temperatur des Körpers Aequivalente für die Speisen; je wärmer wir uns kleiden, desto mehr vermindert sich bis zu einem gewissen Grade das Bedürfniß zu essen, eben weil der Wärmeverlust, die Abkühlung und damit der Ersatz durch Speisen kleiner wird. Gingen wir nackt, wie die Indianer, oder wären wir beim Jagen und Fischen denselben Kältegraden ausgesetzt, wie der Samojede, so

würden wir ein halbes Kalb und noch obendrein ein Dutzend Talglichter bewältigen können, wie uns warmbekleidete Reisende mit Verwunderung erzählt haben; wir würden dieselbe Menge Branntwein oder Thran ohne Nachtheil genießen können, eben weil ihr Kohlen- und Wasserstoffgehalt dazu dient, um ein Gleichgewicht mit der äußern Temperatur hervorzubringen.

Die Menge der zu genießenden Speisen richtet sich nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen, nach der Anzahl der Pulsschläge und Athemzüge, nach der Temperatur der Luft, und nach dem Wärmequantum, das wir nach außen hin abgeben. Keine isolirte, entgegenstehende Thatsache kann die Wahrheit dieses Naturgesetzes ändern.

Die Abkühlung des Körpers, durch welche Ursache es auch sei, bedingt ein größeres Maaß von Speise. Der bloße Aufenthalt in freier Luft, gleichgültig ob im Reisewagen oder auf dem Verdeck von Schiffen, erhöht durch Strahlung und gesteigerte Verdunstung den Wärmeverlust, selbst ohne vermehrte Bewegung; er zwingt uns, mehr wie gewöhnlich zu essen. Dasselbe muß für Personen gelten, welche gewohnt sind, große Quantitäten kaltes Wasser zu trinken, welches auf 37⁰ erwärmt wieder abgeht; — es vermehrt den Appetit, und schwächliche Constitutionen müssen durch anhaltende Bewegung den zum Ersatz der verlornen Wärme nöthigen Sauerstoff dem Körper hinzuführen. Starkes und

anhaltendes Sprechen und Singen, das Schreien der Kinder, feuchte Luft, alles dies übt einen bestimmten, nachweisbaren Einfluß auf die Menge der zu genießenden Speise aus.

Der ungleiche Wärmeverlust im Sommer und Winter, in einem warmen oder kalten Klima, ist nicht die einzige der Bedingungen, welche ungleiche Maaße von Nahrung nöthig machen, es gibt noch andere, welche einen ganz bestimmten Einfluß auf die Menge der zur Erhaltung der Gesundheit nothwendigen Speise ausüben.

Hierzu gehört namentlich die körperliche Bewegung und alle Art von körperlicher Arbeit und Anstrengung. Der Verbrauch an mechanischer Kraft durch den Körper ist immer gleich einem Verbrauch von Stoff in dem Körper, welcher durch die Speisen ersetzt werden muß. Dem Thiere muß, wenn es arbeitet, ein gewisses Quantum von Futter zugesetzt werden. Eine Steigerung der Arbeit und Anstrengung über eine gewisse Grenze hinaus, ohne eine entsprechende Vermehrung der Nahrung, ist auf die Dauer hin nicht möglich; die Gesundheit des Thieres wird dadurch gefährdet.

Der Verbrauch an Körpertheilen oder der Kraftverbrauch steht aber immer in einem gewissen Verhältniß zu dem Sauerstoffverbrauch im Athmungsproceß und die Menge des in einer gegebenen Zeit in den Körper aufgenommenen Sauerstoffs bestimmt in allen Jah-

reszeiten und in allen Klimaten der Welt das zur Wiederherstellung des Gleichgewichts nöthige Maas der Speisen.

Während der Arbeiter bei gleichem Kraft- und Sauerstoffverbrauch im Winter dem Wärmeverlust durch wärmende Kleidung (schlechte Wärmeleiter) vorbeugen muß, arbeitet er im Sommer in Schweiß gebadet. Ist die Menge der genossenen Nahrung und des aufgenommenen Sauerstoffs gleich, so ist auch die Menge der entwickelten Wärme gleich.

Der ganze Respirationsproceß erscheint in völliger Klarheit, wenn wir den Zustand eines Menschen oder Thiers bei Enthaltung von aller Speise ins Auge fassen. Die Athembewegungen bleiben ungeändert, es wird nach wie vor Sauerstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und Kohlensäure und Wasserdampf ausgeathmet. Wir wissen mit unzweifelhafter Bestimmtheit, woher der Kohlen- und Wasserstoff stammt, denn mit der Dauer des Hungers sehen wir den Kohlen- und Wasserstoff des Körpers sich vermindern.

Die erste Wirkung des Hungers ist ein Verschwinden des Fettes; dieses Fett ist weder in den sparsamen Fäces, noch im Urin nachweisbar, sein Kohlen- und Wasserstoff sind durch Haut und Lunge in der Form einer Sauerstoffverbindung ausgetreten; es ist klar, diese Bestandtheile haben zur Respiration gedient.

Jeden Tag treten 65 Loth Sauerstoff ein, und neh-

men beim Austreten einen Theil von dem Körper des Hungernden mit. Currie sah einen Kranken, der nicht schlingen konnte, während eines Monats über 100 Pfund an seinem Gewichte verlieren, und ein fettes Schwein, das durch einen Bergsturz verschüttet wurde, lebte 160 Tage ohne Nahrung, und hatte über 120 Pfd. am Gewichte verloren. (Martell in den Transactions of the Linnean Soc. Vol. XI. p. 411.)

Das Verhalten der Winterschläfer, so wie die periodenweise Ansammlung von Fett bei andern Thieren, von Fett, das in andern Perioden ihres Lebens verschwindet, ohne eine Spur zu hinterlassen, alle diese wohlbekannten Thatsachen beweisen, daß der Sauerstoff in dem Respirationsproceß eine Auswahl unter den Stoffen trifft, die sich zu einer Verbindung mit ihm eignen. Der Sauerstoff verbindet sich mit denjenigen Stoffen zuerst und vorzugsweise, welche die größte Anziehung zu demselben haben.

Bei Hungernden verschwindet aber nicht allein das Fett, sondern nach und nach alle der Löslichkeit fähigen festen Stoffe. In dem völlig abgezehrten Körper der Verhungerten sind die Muskeln dünn und mürbe, der Contractilität beraubt; alle Theile des Körpers, welche der Auflösung fähig waren, haben dazu gedient, um den Rest der Gebilde vor der Alles zerstörenden Wirkung der Atmosphäre zu schüzzen; zuletzt nehmen die Bestandtheile des Gehirns

Antheil an diesem Orydationsproceß, es erfolgt Wahnsinn, Irrreden und der Tod, das heißt, aller Widerstand hört völlig auf, es tritt der chemische Proceß der Verwesung ein, alle Theile des Körpers verbinden sich mit dem Sauerstoff der Luft.

Die Zeit, in welcher ein Verhungernder stirbt, richtet sich nach dem Zustand der Fettleibigkeit, nach dem Zustand der Bewegung (Anstrengung und Arbeit), nach der Temperatur der Luft, und ist zuletzt abhängig von der Gegenwart oder Abwesenheit des Wassers. Durch die Haut und Lunge verdunstet eine gewisse Menge Wasser, durch deren Austreten, als der Bedingung aller Vermittelung von Bewegungen, der Tod beschleunigt wird. Es gibt Fälle, wo bei ungeschmälertem Wassergenuß der Tod erst nach 20, in einem Falle erst nach 60 Tagen erfolgte.

In den meisten chronischen Krankheiten erfolgt der Tod durch die nämliche Ursache: durch die Einwirkung der Atmosphäre. Wenn die Stoffe fehlen, welche in dem Organismus zur Unterhaltung des Respirationsprocesses bestimmt sind, wenn die Organe des Kranken ihre Funktion versagen, wenn sie die Fähigkeit verlieren, zu ihrem eigenen Schutz die genossenen Speisen in den Zustand zu versetzen, in dem sich ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden vermögen, so wird ihre eigene Substanz, das Fett, das Gehirn, die Sub-

stanz der Muskeln und Nerven dazu verwendet. Die von außen wirkende Ursache des Todes ist in diesen Fällen der Respirationsproceß, die Einwirkung der Atmosphäre. Mangel an Nahrung, an Fähigkeit, sie zu Bestandtheilen des Organismus zu machen, ist Mangel an Widerstand, es ist die negative Ursache des Aufhörens der Lebensthätigkeit. Die Flamme geht aus, weil das Oel verzehrt ist; es ist der Sauerstoff der Luft, der es verzehrt hat.

In manchen Krankheitszuständen erzeugen sich Stoffe, die zur Assimilation nicht verwendbar sind, durch bloße Enthaltung von Speisen werden sie aus dem Körper entfernt, sie verschwinden, ohne eine Spur zu hinterlassen, indem ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft in Verbindung treten. Von dem Augenblick an, wo die Function der Haut oder Lunge eine Störung erleidet, erscheinen kohlenstoffreichere Stoffe im Urin, der seine gewöhnliche Farbe in braun umändert.

Sehr viele, vielleicht die Mehrzahl aller chronischen Krankheiten der Menschen sind bedingt durch ein Mißverhältniß oder ein gestörtes Verhältniß der Verrichtungen der Verdauungs- und Excretionsorgane in ihren Beziehungen zu der Lunge. Wenn wir den trivialen Vergleich mit dem Ofen festhalten, so weiß Jedermann daß die Anhäufung von Ruß in dem Schornstein, oder die Ueberladung des Heerdes mit Brennmaterial die

Funktionen des Feuerheerdes unterbricht, daß diese Ursachen gleich einer Verstopfung des Rostes wirken, durch welchen die Luft Zutritt zu dem Feuerraume hat.

In der so unendlich vollkommenen Maschine, welche der thierische Organismus darstellt, besteht zwischen der Lunge, dem Darmkanal und den Nieren ein vollkommen gleiches Verhältniß der Abhängigkeit.

Einsichtsvolle und erfahrene Aerzte haben längst erkannt, daß die Nieren und der Mastdarm die Regulatoren des Athmungsprocesses sind. Der Mastdarm ist ein Organ der Secretion, er ist der Rauchfang des Organismus, die stinkenden Bestandtheile der Fäces sind der durch den Mastdarm von dem Blute abgesonderte Ruß, der Harn enthält die in Wasser, alkalischen oder sauren Flüssigkeiten löslichen Bestandtheile des Rauches. Die Ansicht, daß die Faeces aus Stoffen bestehen, die sich in Fäulniß befinden, und daß sie ihren Geruch diesem Zustande verdanken, ist vollkommen irrig; hierüber angestellte Versuche beweisen, daß die Fäces der Kuh, des Pferdes, des Schaafs und die von gesunden Menschen sich nicht in Fäulniß befinden; kein faulender Stoff besitzt einen diesen Ausleerungen ähnlichen Geruch und alle diese Riechstoffe lassen sich in ihrer ganzen ekelerregenden Eigenthümlichkeit künstlich durch Oxydationsprocesse aus Albumin, Fibrin ꝛc. hervorbringen. Der Pferde- und Kuhharn enthält zuletzt eine Substanz in

beträchtlicher Menge, welche durch Einwirkung von Säuren einen pechartigen, dem Theer in seiner äußeren Beschaffenheit ganz gleichen Körper und als bemerkenswerthestes Produkt den Hauptbestandtheil des gewöhnlichen Holztheers und Kreosot's, Carbolsäure oder Phenylhydrat liefert.

Durch das gleichzeitige und harmonische Zusammenwirken der Hauptorgane der Sekretion wird das Blut in der zu dem Ernährungsproceß geeigneten Mischung und Reinheit erhalten; das Vielessen, welches in allen Gegenden der Erde mit Neigung geübt wird, ist einer Ueberladung des Heerdes mit Brennmaterial gleich; in dem Körper vollkommen gesunder Individuen bringt ein kleiner Ueberschuß von Stoffen, welche von dem Magen aus in die Blutcirculation gelangen, demohngeachtet keine Störung in den Lebensfunktionen hervor, weil der Theil derselben, welchen in einer gegebenen Zeit der Athmungsproceß nicht verbraucht, mehr oder weniger verändert durch den Mastdarm oder die Nieren aus dem Körper entfernt wird. Der Mastdarm und die Nieren unterstützen sich in dieser Verrichtung gegenseitig. Wenn in Folge der Ueberladung des Blutes und damit eines Mangels an Sauerstoff der Harn durch ein Uebermaß von unverbrannten organischen Stoffen, (durch Harnsäure) dunkel gefärbt und trübe wird, so ist dieß häufig ein Merkzeichen der man-

gelnden Thätigkeit des Mastdarms und in diesem Fall stellt in der Regel ein einfaches Purgirmittel, durch dessen Wirkung die unvollkommen oxydirten Stoffe aus dem Blute entfernt werden, das gestörte Verhältniß zum eingeathmeten Sauerstoff wieder her, der Harn erlangt seine gewöhnliche Durchsichtigkeit und Farbe wieder. (Prout.)

Die Lunge ist an sich ein passives Organ, der in derselben vorgehende Hauptproceß wird nicht wie in den Drüsen und Secretionsorganen durch eine innere, sondern durch eine äußere Ursache bedingt, in ihr selbst fehlt die mächtige Thätigkeit, welche in andern Organen äußern Störungen entgegenwirkt und sie aufhebt. Das bloße Einathmen von Staub (von organischen oder unorganischen festen Theilen) bedingt organische Absätze in dem Gewebe der Lunge, welche in ganz gleicher Weise durch innere Ursachen sich erzeugen. Rauch und Ruß häufen sich in der Lunge oder den Geweben in der Form abnormer Gebilde an, in allen Fällen, wo die normalen Verrichtungen des Darms und der Nieren durch Krankheitsursachen gehemmt oder unterdrückt sind.

Zwischen der Lunge und Leber beobachten wir ein ganz ähnliches Verhältniß der Abhängigkeit. In den niederen Thieren wie im Fötus steht die Größe der Leber im umgekehrten Verhältniß zu den unentwickelten

oder unvollkommen entwickelten Respirationsorganen und auch in den höheren Thierklassen entspricht in der Regel in gesunden Individuen eine kleine Lunge einer großen Leber (Tiedemann). In grobem Umrisse gezeichnet ist die Leber das Magazin für die zur Respiration dienenden Stoffe, es ist die Werkstätte, in welcher dieselben die für die Wärmeerzeugung geeignete Form und Beschaffenheit erhalten. Die Leber ist klein bei stärker entwickelter Lunge; je rascher und vollkommner der Brennstoff verbraucht wird, desto weniger häuft sich im Magazin davon an, und dessen Umfang steht mit der Schnelligkeit des Verbrauchs in der bestimmtesten Beziehung.

Die Respiration ist das fallende Gewicht, die gespannte Feder, welche das Uhrwerk in Bewegung erhält, die Athemzüge sind die Pendelschläge, die es reguliren. Wir kennen bei unsern gewöhnlichen Uhren mit mathematischer Schärfe die Aenderungen, welche durch die Länge des Pendels oder durch äußere Temperaturen ausgeübt werden auf ihren regelmäßigen Gang; allein nur von wenigen ist in seiner Klarheit der Einfluß erkannt, den die Luft und Temperatur auf den Gesundheitszustand des menschlichen Körpers ausüben, und doch ist die Ausmittelung der Bedingungen, um ihn im normalen Zustand zu erhalten, nicht schwieriger als bei einer gewöhnlichen Uhr.

Vierundzwanzigster Brief.

Die Veränderungen, welche die atmosphärische Luft in dem Athmungsproceß erleidet, sind in der neueren Zeit mit großer Sorgfalt untersucht worden und es ist die Bekanntschaft mit den gewonnenen Erfahrungen für die Gesundheitspflege von Wichtigkeit.

Die Lungen, als die Werkstätte des Athemprocesses bestehen aus einer baumförmigen Verzweigung von immer feiner werdenden Röhren, deren letzte Reiser mit kleinen Bläschen, den sogenannten Luftzellen blind enden, und durch die Luftröhre mit der Mund- und Nasenhöhle, und der äußeren Luft in Gemeinschaft stehen. Die Wandungen der Luftzellen sind von einem engen Netzwerk höchst feiner Blutgefäße durchzogen, so daß die in den Lungenzellen enthaltene Luft nur durch eine ausnehmend feine Haut von dem Blute getrennt ist, und beide durch die Flüssigkeit, welche die Gefäßwände von dem Blute aus tränkt, in unmittelbarer Berührung stehen. Die

feineren Blutgefäße vereinigen sich allmählig zu größeren Zweigen und Aesten und münden in einzelnen großen Stämmen im Herzen. Das Herz ist durch eine Scheidewand in eine rechte und linke Hälfte getheilt, deren jede wieder in eine Vorkammer und eine Herzkammer zerfällt, die durch eine weite, aber mit Klappen versehene Öffnung in Verbindung miteinander stehen. Die Zusammenziehung des Herzens ist die nächste Ursache der Blutbewegung. Durch die Zusammenziehung der rechten Herzkammer wird das aus der rechten Vorkammer und den Venen in dieselbe einströmende Blut durch die sogenannten Lungenarterien in die Lunge getrieben und kehrt aus der Lunge durch die Stämme der sogenannten Lungenvenen in die linke Vor- und Herzkammer zurück, von wo aus es durch die Zusammenziehung der letzteren durch den großen Pulsaderstamm, die Aorta in die Verzweigungen des Arteriensystems des ganzen Körpers gepreßt wird. Durch die Venen kehrt es als venöses Blut in die rechte Vor- und Herzkammer zurück, um diesen Kreislauf so lange das Leben dauert, aufs neue zu machen. Die Zusammenziehung der Herzkammern macht den Herzschlag und in den Arterienstämmen den Puls aus. Mit jedem Herzschlage bewegt sich von dem Herzen durch die Blutgefäße der Lunge beim erwachsenen Menschen, nach dem Inhalte der rechten Herzkammer berechnet, eine Blutmenge, welche von den Physiologen auf 5—6 Unzen

(Volkmann) geschätzt wird und es fließt demnach durch die Lunge in einer Minute (auf welche man im Mittel 72 Herzschläge rechnet) die erstaunlich große Menge von über 22—27 Pfund Blut.

Während das Blut mit einer so großen Geschwindigkeit durch die Blutgefäße der Lunge strömt, wechselt auf der andern Seite durch die Athembewegungen unaufhörlich die Luft in den Luftzellen; in gesundem ruhigem Zustande kommen auf die Minute 15 bis 16, im Zustand mäßiger Bewegung 20 Athemzüge; bei stärkerer Bewegung nimmt die Stärke und Tiefe so wie die Schnelligkeit der Athemzüge zu. Die Menge der ausgeathmeten Luft ist nach der Größe des Individuums und der Geräumigkeit der Brusthöhle verschieden; man kann aber annehmen, daß ein erwachsener Mensch im Mittel ½ Litre (= 500 Kubikcentimeter = 32 hess. oder 30—31 engl. Kubikzoll) Luft ausathmet, bei starken und tiefen Athemzügen können bis zu 60 Kubikzoll ein= und ausgeathmet werden.

Die menschlichen Lungen behalten beim gewöhnlichen Ausathmen 6—8mal so viel Luft in ihren Zellen zurück, als mit jedem Athemzuge umgewechselt wird. Die eintretende frische Luft mischt sich mit der Luft in den Luftzellen, bei jedem Ausathmen wird ein Theil dieser letzteren ausgetrieben und ihr Raum von frischer Luft eingenommen.

In dem unendlich feinen Gefäßnetze der Lungen

kommt demnach eine ungeheure Oberfläche von venösem Blute durch die Wände der Luftzellen in Berührung mit der eingeathmeten Luft; es erleidet unter diesen Umständen sogleich eine mächtige Veränderung, die dunkel beinahe schwarzrothe Farbe des venösen Blutes verwandelt sich in die hochrothe des arteriellen Blutes und an die neuen Eigenschaften, welche das Blut in diesem durch die Berührung mit der Luft vermittelten Farbwechsel gewinnt, ist die Fortdauer der Lebensfunktionen und des Lebens auf's engste geknüpft.

Gleichzeitig mit diesem Farbwechsel erleidet die Luft eine wesentliche Aenderung in ihrer Zusammensetzung; die wir jetzt näher betrachten wollen.

Die Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft sind Sauerstoff, Stickgas, eine kleine Menge kohlensaures Gas und Ammoniakgas und außer diesen kaum nachweisliche Spuren von verbrennlichen Gasen; stets enthält die Luft eine gewisse, sehr wechselnde Menge Feuchtigkeit.

Die Mittel, welche die Chemiker anwenden um die Bestandtheile der Luft, ihrer Menge nach zu bestimmen, sind von der größten Einfachheit. Das Kalihydrat oder sogenanntes kaustisches Kali absorbirt sein mehr als hundertfaches Volum kohlensaures Gas und es ist leicht verständlich, daß man in der Gewichtszunahme einer Röhre, die damit gefüllt ist und durch welche man einen Kubikfuß trockner Luft z. B. langsam geleitet hat, genau

erfährt wie viel kohlensaures Gas dieser Kubikfuß Luft enthielt. Aehnlich wie die Kohlensäure gegen Kalihydrat, verhält sich der Sauerstoff der Luft gegen glühendes Kupfer und wenn man einen Kubikfuß trockner, kohlensäurefreier Luft durch eine glühende Röhre leitet, welche mit reinen Kupferdrehspänen angefüllt ist, so bleibt aller Sauerstoff beim Kupfer und die Gewichtszunahme der Röhre giebt genau den Sauerstoffgehalt in diesem Kubikfuß Luft an, dessen Totalgewicht ebenfalls bekannt ist. (Dumas).

In dieser Weise hat man ermittelt, daß die trockne, kohlensäurefreie Luft in 1000 Gewichtstheilen 231 Theile Sauerstoffgas enthält, der Rest ist Stickgas. Da das Sauerstoffgas etwas schwerer ist als ein gleiches Volum Stickgas, so erhält man für die Verhältnisse der Bestandtheile der Luft dem Volum nach andere Zahlen. In hundert Volumtheilen Luft sind 21 Volum Sauerstoffgas (genau 20,90 Dumas, Brunner, Bunsen, Regnault) und in gewöhnlicher atmosphärischer Luft im Mittel 1 Volum Kohlensäuregas in 2000 Volum oder $^3/_4$ Gewichtstheile in 1000 Gew.-Th. Luft enthalten.

Die ausgeathmete Luft ist in ihrer Zusammensetzung von der der atmosphärischen Luft sehr verschieden.

Bringt man in eine Glasröhre, welche an dem einen Ende verschlossen, in gleiche Volumtheile eingetheilt und mit trockner ausgeathmeter Luft angefüllt ist, starke Kalilauge (etwa $^1/_{10}$ von dem Volum der Luft) so nimmt

das Luftvolum sogleich ab, indem die vorhandene Kohlensäure von dem Kali hinwegenommen wird; läßt man jetzt zu der nämlichen Kalilauge eine concentrirte Auflösung von Pyrogallussäure treten (die Hälfte etwa vom Volum der Kalilauge) so absorbirt diese Mischung den Sauerstoff der Luft mit eben der Schnelligkeit, wie dieß vom metallischen Kupfer in der Glühhitze geschieht; es entsteht eine neue Volumabnahme der Luft, welche genau ihrem Sauerstoffgehalte entspricht; das rückbleibende Gas ist der Stickstoff der Luft.

In dieser Weise findet man, daß 100 Volumtheile ausgeathmeter Luft bei gewöhnlichen normalen Athemzügen 3½ bis 5 Volum Kohlensäure und 16½ bis 15 Volum Sauerstoff enthalten. Die im Anfang ausgeathmete Luft enthält weniger, bei sehr tiefen Athemzügen noch mehr kohlensaures Gas, in manchen Fällen fand man 8½ bis 9 p. c.

Der Sauerstoffgehalt der reinen Luft wird demnach bei Berührung mit dem Blute in den Lungen um ⅕ bis ¼ vermindert, der Kohlensäuregehalt über hundertmal größer. Es ist augenscheinlich daß der Uebergang des venösen Blutes in arterielles Blut, der Farbwechsel desselben auf einer Abscheidung von kohlensaurem Gas, welches an die Luft tritt und einer Absorption des Sauerstoffs, der sich mit gewissen Bestandtheilen des Blutes verbindet, beruht. Eine gewisse Menge Sauerstoff tritt

aus der Luft in das Blut, an die Stelle dieses Sauerstoffes empfängt die Luft ein in der Regel etwas kleineres Volum kohlensaures Gas.

Der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft ist nach den Untersuchungen von Prout bei völliger Gemüthsruhe, bei mäßiger Bewegung und bei niedrigem Barometerstand größer; im allgemeinen vermindert sich der procentische Gehalt der Luft an dieser Säure bei raschem und häufigem Athemholen, aber die ganze Quantität der in einer gegebenen Zeit ausgeathmeten Kohlensäure ist in letzterem Fall weit größer. Nach den hierüber anstellten Beobachtungen hat man gefunden, daß bei 6 Athemzügen in der Minute die ausgeathmete Luft 5,7 Procent, bei 12 Athemzügen 4,1, bei 24 Athemzügen 3,3, bei 48 Athemzügen 2,9 Procent kohlensaures Gas enthält, in 6 Ausathmungen in der Minute betrug die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure 11 Kubikzoll (171 Kubikcentimeter); diese Quantität stieg bei 12 Ausathmungen auf 25⅓ K.-Z. (396 K.-C.) bei 48 Ausathmungen auf 44½ Kubik-Zoll (696 K.-C.) (Vierordt.)

Der Einfluß der stärkeren rascheren Athembewegungen auf den Respirationsproceß ist hiernach evident, durch sie wird in einer gegebenen Zeit eine mächtigere Ausscheidung der Kohlensäure oder Entkohlung des Blutes bewirkt.

Es ist kaum zu bezweifeln, daß mit der Zunahme oder Abnahme der Kohlensäure die Menge des in das Blut übergehenden Sauerstoffs im Verhältniß steht, daß mithin das Blut in eben der Zeit mehr Sauerstoff empfängt als es mehr Kohlensäure an die Luft abgibt.

Das mit Luft geschüttelte Blut nimmt aus derselben über 10 Procent von seinem Volum Sauerstoffgas auf und es kann dieses Gas durch Schütteln mit überschüssigem kohlensaurem Gas sehr nahe vollständig wieder ausgetrieben werden. Wird das mit Kohlensäure gesättigte Blut mit Luft geschüttelt, so tritt jetzt Kohlensäure aus, an deren Platz wieder Sauerstoff aufgenommen wird, der durch Kohlensäuregas in gleicher Weise verdrängt werden kann. *)

---

*) Ueber die Form, in welcher der absorbirte Sauerstoff in dem Blute enthalten ist, stehen sich zwei Ansichten entgegen; die eine Ansicht betrachtet die Abscheidbarkeit des Sauerstoffgases, durch überschüssiges kohlensaures Gas, als einen schlagenden Beweis, daß dieser Sauerstoff nicht chemisch mit dem Blute verbunden, sondern nur absorbirt in ihm enthalten sei, aber dieser Ausdruck für diese Erscheinung ist entschieden unrichtig. Während nämlich 1000 Volum Wasser mit Luft geschüttelt und vollständig damit gesättigt nur 9¼ Volum Sauerstoff und 18½ Volum Stickgas (Gay Lussac) absorbiren, nehmen 1000 Volum Blut nach den vortrefflichen Versuchen von Magnus 100 bis 130 Volum Sauerstoff und nur 17 bis 33 Volum Stickgas auf. Es ist hiernach einleuchtend, daß das von dem Blute absorbirte Sauerstoffgas nur

Aus arteriellem Pferdeblut, welches nicht mit Luft geschüttelt, sondern frisch aus den Adern mit Kohlensäure gesättigt worden war, erhielt Magnus über 10 p. c. seines Volums Sauerstoffgas. In dieser Behandlung nimmt das Blut abwechselnd die hochrothe Farbe

---

zu einem Theile in der Flüssigkeit absorbirt enthalten sein kann, denn die Flüssigkeit im Blute ist Wasser, von dem wir wissen, daß es in gleichen Verhältnissen 11 bis 14mal weniger Sauerstoffgas absorbirt; wir müssen im Gegentheil annehmen, daß die größere Absorptionsfähigkeit des Blutes bedingt ist durch gewisse Bestandtheile desselben, welche zu dem Sauerstoff mehr Verwandtschaft wie das Wasser besitzen. Der Grad der Anziehung, mit welcher der Sauerstoff in der Verbindung, die es im Blute eingeht, zurückgehalten wird, ist sehr gering, aber dieß ist kein Grund zu glauben, derselbe sei nicht chemisch damit verbunden. Wir können die Absorptionsfähigkeit des Wassers für viele Gase erhöhen, wenn wir demselben Materien zusetzen, welche zu dem Gas, eine wenn auch noch so schwache chemische Verwandtschaft besitzen; wenn wir dem Wasser z. B. phosphorsaures Natron zusetzen, so nimmt dessen Absorptionsvermögen für kohlensaures Gas zu; bei einem Gehalte von 1 Procent von diesem Salze nimmt diese Flüssigkeit jetzt doppelt soviel kohlensaures Gas auf, als das reine Wasser für sich unter gewöhnlichem Luftdruck aufgenommen haben würde. Eine Lösung von Eisenvitriol im Wasser nimmt bis vierzigmal mehr Stickoxydgas auf als reines Wasser. Aus beiden Flüssigkeiten entweichen die aufgenommenen Gase im luftleeren Raum, ja sie lassen sich daraus wieder austreiben, aus der erstern durch bloßes Schütteln mit Luft, aus der andern beim Schütteln mit kohlensaurem Gas.

des arteriellen oder die dunkel purpurrothe des venösen Blutes an.

Diese Thatsachen beweisen, daß Kohlensäure und Sauerstoffgas in Beziehung auf ihre Wirkung auf das Blut einander entgegengesetzt sind; es findet eine Aus-

---

Niemand denkt daran, dieses Verhalten, welches dem des Blutes so ähnlich ist, als einen Beweis anzusehen, daß die Kohlensäure in der Lösung des phosphorsauren Natrons, oder das Stickoxydgas in der Lösung des Eisenvitriols nur absorbirt und nicht in einer chemischen Verbindung enthalten sei, weil man weiß, daß das Auflösungsvermögen des Wassers in diesen Fällen abhängig ist von der Menge der aufgelösten Salze. Wenn aber die Menge des absorbirten Gases in einem bestimmten Verhältnisse zunimmt mit dem Salzgehalt der Lösung, so ist es vollkommen gewiß, daß dessen Absorption abhängig ist von dem Salz und nicht von dem Wasser.

Es gibt zwei Ursachen, von welchen die Absorption eines Gases oder das Absorptionsvermögen einer Flüssigkeit abhängig ist; die eine derselben ist, ein Druck auf das Gas, welches sich in Berührung mit einer Flüssigkeit befindet, dieß ist eine äußere Ursache; die andere ist eine chemische Anziehung, welche von den Theilen oder Bestandtheilen einer Flüssigkeit aus wirkt.

In allen den Fällen, in welchen ein Gas in einer Flüssigkeit nicht in einer chemischen Verbindung, sondern nur absorbirt enthalten ist, ist die Menge des absorbirten Gases lediglich abhängig von dem äußeren Druck, sie nimmt ab und zu, wie dieser Druck steigt oder abnimmt. Wenn in den erwähnten Fällen die Lösung des phosphorsauren Natrons bei gewöhnlichem Luftdruck durch Schütteln mit Kohlensäure mit diesem

treibung der Kohlensäure und eine Aufnahme von Sauerstoff statt, wenn die Luft außerhalb eine gewisse Menge Sauerstoffgas enthält; enthält die Luft ein Uebermaß von Kohlensäure, so wird ganz im Gegentheil der Sauerstoff ausgetrieben, sind beide in einem

---

Gas gesättigt worden ist (und doppelt soviel Kohlensäure aufgenommen hat, wie Wasser bei gewöhnlichem Luftdruck aufnimmt), so nimmt, wenn der Druck verdoppelt wird, das Absorptionsvermögen der Lösung nicht in gleichem Verhältniß, sondern in einem weit kleineren Verhältnisse zu; die gesättigte Lösung des phosphorsauren Natrons verhält sich jetzt gegen kohlensaures Gas unter doppeltem Druck wie Wasser, welches bei einfachem mit Kohlensäure gesättigt worden ist, die Zunahme der Kohlensäure-Absorption ist für sie nicht stärker wie für reines Wasser, weil die chemische Anziehung, welche im Anfang das Absorptionsvermögen des Wassers erhöhte, nicht fortwirkt, sondern mit ihrer Wirkung (der Hervorbringung einer chemischen Verbindung) aufhört eine zweite Wirkung hervorzubringen. In gleicher Weise verhält sich die mit Stickoxydgas gesättigte Auflösung des Eisenvitriols gegen dieses Gas bei höherem Druck. Wenn 100 Volum einer solchen Auflösung bei einfachem Druck mit 100 Volum Stickoxydgas gesättigt sind, so absorbirt dieselbe Flüssigkeit bei zweifachem Druck nicht 100 Volum mehr von diesem Gas, sondern nur 10 Volum, nicht mehr wie reines Wasser unter denselben Umständen aufnimmt.

Mit diesen Flüssigkeiten in vollkommenster Uebereinstimmung verhält sich das Blut. Wäre der Sauerstoff im Blute nur absorbirt zugegen, so müßte das Blut, wenn es aus Luft, welche nur $\frac{1}{5}$ Sauerstoff enthält, 12 p. c. Sauerstoff aufnimmt, unter doppeltem Druck die doppelte, unter dreifachem

gewissen Verhältniß in der Luft enthalten, so müssen sie sich gegenseitig im Gleichgewichte halten, das Blut wird keine Veränderung erleiden und in diesem Fall das venöse Blut nicht in arterielles Blut übergeführt werden.

Wenn ferner die Menge des in das Blut überhaupt

Druck die dreifache Menge und mit reinem Sauerstoffgas geschüttelt nahe die fünffache aufnehmen.

So lange der Beweis nicht geführt ist, daß das Auflösungsvermögen des Blutes für den Sauerstoff in dieser Weise mit dem Drucke wechselt, muß angenommen werden, daß die Ursache der Absorption desselben vom Blute bedingt ist durch eine chemische Anziehung, durch deren Wirkung eine chemische Verbindung im Blut gebildet wird. Die Versuche von Regnault und Reiset, in welchen Thiere in weit sauerstoffreicherer Luft athmeten, so wie der Umstand, daß in großen Höhen, welche wie die Hochebenen Centralamerika's bewohnt sind, der Athmungsproceß in derselben Weise vor sich geht wie am Ufer des Meeres, beweisen, daß die von dem Blute aufnehmbare Sauerstoffmenge eine constante Größe und bis zu einer gewissen Grenze unabhängig von dem äußern Drucke ist. In der Umgebung des Piticaco See's wohnen in der Stadt Puno in einer Höhe von 12000 Fuß über dem Meere 15000 Menschen. Die Stadt Potosi in Bolivia in einer Höhe von 12600 Fuß hat 30000 Bewohner; in diesen Gegenden athmen die Menschen kaum mehr als $^2/_3$ der absoluten Menge Sauerstoff ein, welche mit jedem Athemzuge an dem Ufer des Meeres in die Lunge treten und es ist von selbst klar, daß, wäre die Menge des absorbirten Sauerstoffgases in gleichem Verhältniß verschieden, so würde eine solche Aenderung einen wesentlichen Einfluß auf die Lebensfunktionen äußern, welcher nicht unbemerkt hätte bleiben können.

aufnehmbaren Sauerstoffs in einem gewissen Verhältniß abhängig ist von der Quantität der austretenden Kohlensäure, so ist von selbst klar, daß die Vermehrung des Sauerstoffgehaltes der Luft ohne allen Einfluß auf den Respirationsproceß sein muß. Diese bemerkenswerthe Thatsache haben die Herren Regnault und Reiset in ihren bewundernswürdigen Versuchen festgestellt. Sie fanden, daß Thiere, welche in einer Luft längere Zeit (22 bis 24 Stunden) athmeten, welche zweimal bis dreimal mehr Sauerstoff enthielt, als die atmosphärische Luft, keine Art von Beschwerde fühlten und daß die Respirationsprodukte ihrem Verhältniß und ihrer Menge nach genau dieselben waren, wie wenn die Thiere in normaler Luft athmen. Diese, sowie die Versuche von Magnus beweisen, daß die Lunge nicht der eigentliche Sitz der Kohlensäurebildung oder eine Wärmequelle ähnlich einem Feuerheerde ist, sondern daß in dem arteriellen Blut ein Sauerstoffstrom durch den Körper fließt, der auf seinem Wege durch die feinsten Gefäße die Bildung von Oxydations- oder Verbrennungsprodukten, darunter die der Kohlensäure und damit ein Freiwerden von Wärme bedingt. Das Verhältniß der Abhängigkeit der Sauerstoffaufnahme von der Kohlensäurebildung und Ausscheidung scheint ferner zu beweisen, daß Beide in dem Blute einerlei Träger, nämlich die Blutkörperchen haben, daß diese den Sauerstoff der Luft in der Lunge,

und in der Circulation des Blutes die gebildete Kohlensäure aufnehmen, woraus sich dann von selbst ergibt, daß diese Blutkörperchen nicht mehr Sauerstoff aufnehmen können, als sie Kohlensäure abgegeben haben, eben weil das eine Gas den Platz des andern einnimmt und weil beide gleichzeitig sich nicht an demselben Platz befinden können, sondern sich gegenseitig verdrängen.

Es ist ferner einleuchtend, daß der Kohlensäuregehalt der Luft ein Haupthinderniß der Kohlensäure-Ausscheidung aus dem Blute und damit ein Haupthinderniß der Sauerstoffabsorption ist. Wenn der Kohlensäuregehalt der Luft zunimmt, so wird, auch wenn der Sauerstoffgehalt derselbe bleibt, die Absorption des letzteren beeinträchtigt; nur durch eine entsprechende Vermehrung des Sauerstoffgehaltes würde diese schädliche Wirkung der Kohlensäure aufgehoben werden können. Ein solches Zunehmen des Sauerstoffs findet in gewöhnlichen Umständen niemals statt, aber Regnault und Reiset haben beobachtet, daß Thiere in Luft, welche anderthalbmal bis doppelt soviel Sauerstoff, als die gewöhnliche Luft enthielt, bei einem Gehalt derselben an 17 bis 23 Procent Kohlensäure, athmen konnten, ohne daß nach 22 bis 26 Stunden nachtheilige Wirkungen wahrgenommen wurden. Ein solcher Gehalt von Kohlensäure in gewöhnlicher Luft wirkt absolut tödtlich.

Die Erfahrung, daß Menschen und Thiere beim Einathmen von reinem kohlensauren Gas sehr rasch sterben, während sie in Stickgas und Wasserstoffgas verhältnißmäßig länger am Leben bleiben, erklärt sich eben daraus, daß in einer Atmosphäre von Kohlensäure das Blut keine Kohlensäure abgibt, sondern im Gegentheil noch aufnimmt, wodurch der im venösen Blute enthaltene geringe Antheil Sauerstoff aus dem Blute abgeschieden, jedenfalls dessen vitale Funktion sehr gehindert oder aufgehoben wird.

Die günstigste Bedingung einer raschen und vollkommenen Bildung von arteriellem Blut und einer gesteigerten Kohlensäureausscheidung ist demnach ein schneller Wechsel der Luft in den Luftzellen der Lunge.

Wenn die eingeathmete Luft dieselbe Zusammensetzung besitzt, wie die ausgeathmete, so wird der Zweck des Athmungsprocesses nicht mehr erfüllt. Die ausgeathmete Luft ist verbrauchte Luft, welche zum zweitenmal zu den nämlichen Funktionen in der Lunge nicht mehr dienen kann; das venöse Blut wird nicht mehr in arterielles Blut verwandelt, es treten sehr bald, ganz so, wie wenn Mund und Nase verschlossen worden wären, Athembeschwerden und Erstickung ein.

Der Tod wird in diesem Fall bedingt durch zwei Ursachen; die eine ist ohne Zweifel der Mangel an Sauerstoff, die andere hingegen das kohlensaure Gas, durch

dessen Gegenwart die weitere Aufnahme des Sauerstoffs gehindert ist. In einem der Versuche von Regnault und Reiset verfiel ein dreijähriger Hund in einer Luft, deren Sauerstoffgehalt bis auf 4½ Procent sich vermindert hatte, bei einem Kohlensäuregehalt von 9¾ Procent in Todeskampf; an der Luft erholte er sich übrigens bald und war nach einer halben Stunde so munter wie zuvor. In diesen Versuchen wurde die ausgeschiedene Kohlensäure in dem Raum selbst, in welchem das Thier athmete, durch Kalilauge, welche gleichzeitig mit hineingebracht worden war, zum größten Theil hinweggenommen.

Wenn man auf die Minute im Zustand der Ruhe 15 Athemzüge und auf jede Ausathmung ½ Liter Luft (= 32 hess. = 31 engl. Kubikzoll) und in der ausgeathmeten Luft 5 Procent Kohlensäure und 15 Procent Sauerstoff annimmt, so findet man leicht, daß ein Mensch in 24 Stunden 540 Liter oder 34½ hess. Kubikfuß Kohlensäure (1 K.-Fuß hess. = 0,551 engl.) producirt und 10800 Liter oder 691 Kubikfuß Luft verbraucht.*)

In einem geschlossenen Raum von 8 Fuß Höhe, 9 Fuß Länge und 8 Fuß Breite würde ein Mensch noch

*) Nach den hierüber gemachten Angaben kann man diese Zahlen als das Minimum der Kohlensäurebildung betrachten; bei achtzehn Athemzügen beträgt der Sauerstoffverbrauch schon um ein Fünftel mehr.

nicht 24 Stunden ohne Beschwerde athmen können; nach dieser Zeit würde die darin enthaltene Luft die Zusammensetzung der ausgeathmeten Luft besitzen; bei längerem Aufenthalte in dieser Luft würde ein Krankheitszustand, zuletzt der Tod sich einstellen. Lavoisier und Seguin fanden, daß der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft, wenn sie wieder eingeathmet wird, bis zu 10 Procent vermehrt werden kann, darüber hinaus nahm aber ihre Menge nicht mehr zu, auch wenn das Athmen fortgesetzt wurde, was nur kurze Zeit ging. Diesen Kohlensäuregehalt kann man wohl als die Grenze betrachten, von welcher an das Leben eines Menschen gefährdet ist.

Fälle dieser Art, in welchen der Tod in einem für den Aufenthalt vieler Menschen unzureichenden Luftraum durch ihren Athmungsproceß herbeigeführt wurde, sind nicht selten. Einer der neusten und beklagenswürdigsten Fälle ereignete sich im vorigen Jahr auf einem Schiff mit Auswanderern, welche während eines Sturmes an der englischen Küste, in dem Schiffsraum eingesperrt sich befanden; in weniger als 6 Stunden verloren über 60 Menschen das Leben.

In einem Raum, in welchem viele Menschen athmen und in dem die Luft durch die zufälligen Oeffnungen in den Thüren und Fenstern nur unvollständig sich erneuert, zeigt die Verlängerung der Lichtflam-

men, so wie das Trübbrennen derselben deutlich die veränderte Beschaffenheit der Luft an.

Schon die Idee, Luft einzuathmen, welche in der Lunge eines andern, wenn auch gesunden Menschen eine Zeitlang verweilt hat, verursacht ein Unbehagen; sicher ist, daß ein Gehalt von 1 Procent Kohlensäure in der Luft ein merkliches Uebelbefinden herbeiführt und der Nutzen einer zweckmäßig angebrachten Lufterneuerung für alle Räume, in welchen sich Menschen aufhalten, ist einleuchtend.

Für eine erwachsene Person sollte einem solchen Raum per Stunde mindestens sechs Kubikmeter (384 hessische = 216 engl. Kubikfuß) reine Luft zugeführt werden, in der Regel rechnet man die Hälfte mehr. In der Luft der Deputirtenkammer in Paris, deren innerer Raum 5000 Kubikmeter faßt, fand Leblanc bei Anwesenheit von 600 Personen und bei einer Ventilation von 11000 Kubikmeter per Stunde, in der ausfließenden Luft noch 1 Gew.-Th. Kohlensäure auf 400 Luft, dieß ist immer noch 2½mal mehr als die atmosphärische Luft enthält.

Für geschlossene Räume, in Schiffen, manchen Krankenzimmern und Schlafsälen könnte durch Anwendung von Kalkhydrat die fehlende Ventilation auf eine Zeitlang mit Nutzen ersetzt worden. Die Wirkung des Kalkhydrats beruht auf dessen großem Absorptions-

vermögen für kohlensaures Gas; in einem Raum, in welchem Kohlensäure enthalten ist, wird dieses Gas durch Kalkhydrat, welches auf einem Brett dünn ausgebreitet liegt, sehr rasch hinweggenommen; 1 Kubikfuß hess. Kalkhydrat (welcher feucht 18 bis 20 Pfund wiegt und 66 Proc. Kalk enthält) absorbirt um in kohlensauren Kalk überzugehen, über 1100 Liter (70 hess. oder 38,8 engl. Kubikfuß) kohlensaures Gas. In dem oben erwähnten kleinen Raume würde ein Mensch, wenn die gebildete Kohlensäure durch einige Pfunde Kalkhydrat von Anfang an hinweggenommen und ihre schädliche Wirkung in dieser Weise beseitigt würde, drei bis viermal längere Zeit leben können.

Wenn man sich denkt, daß ein solcher Raum nicht hermetisch von der äußern Luft abgeschlossen sei, so würde der Platz der absorbirten Kohlensäure, sogleich ausgefüllt werden von einem gleichen Volum eindringender frischer Luft.

Die einzige Unbequemlichkeit, welche die Anwendung des Kalkhydrats mit sich führt, ist, daß mit der Absorption der Kohlensäure und ihrer Verbindung mit dem Kalk, das Wasser des Kalkhydrats frei wird und zum Theil verdunstet, so daß man bald in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre athmet. Den Personen, welche ein neugebautes Haus beziehen, ist diese Unannehmlichkeit wohl bekannt; es zeigt sich darin, in den

ersten Monaten, besonders auffallend in den Wintermonaten ein Uebermaß von Feuchtigkeit, welche sich an Fenstern und den kalten Wänden in Tropfen verdichtet. Diese Erscheinung nimmt man in Häusern wahr, welche jahrelang der trocknenden Wirkung der Luft ausgesetzt gewesen sind, und immer erst dann, wenn sie bewohnt werden; sie rührt nicht von nässender Feuchtigkeit in den Mauern, sondern von dem im Mörtel enthaltenen trocknen Kalkhydrat her, welches die 24 Procent Wasser, welche es in chemischer Verbindung enthält, als nässende Feuchtigkeit erst abgibt, wenn demselben, wie dieß in von Menschen bewohnten Räumen in reichlichem Maaße geschieht, Kohlensäure zu einem Uebergang in kohlensauren Kalk dargeboten wird.

Die Fortdauer des Lebens und die Erhaltung der Gesundheit und der Temperatur des Menschen, steht in der innigsten Beziehung zu dem Respirationsproceß, dessen volle Wirksamkeit abhängig ist von der constanten Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Wenn diese durch irgend eine Ursache vorübergehend oder dauernd sich ändert, so zeigt sich der Einfluß dieser Aenderung in einer vorübergehenden oder dauernden Störung aller Lebensfunktionen.

Der Aufenthalt in niedrig gelegenen Gegenden, in denen die Luft stagnirt, an feuchten Orten, wo sich durch Verwesungsprocesse Quellen von Kohlensäure bilden,

oder in einer Luft, welche bei einer hohen Temperatur mit Feuchtigkeit gesättigt ist, ist längst als die nächste Ursache vieler Krankheiten von den Aerzten erkannt; in Schlafzimmern, in welchen sich Pflanzen befinden, welche während der Nacht Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen, in geschlossenen Räumen, in welchen Verbrennungsprocesse vor sich gehen, in denen z. B. viele Lichter brennen,*) empfängt die atmosphärische Luft, die Beschaffenheit und Zusammensetzung der ausgeathmeten Luft, durch welche der Respirationsproceß, wesentlich gefährdet ist.

Es ist hervorgehoben worden, daß in dem Respirationsproceß, die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure ihrem Volum nach nicht gleich, sondern kleiner ist als das Volum des in das Blut übergegangenen Sauerstoffs. Wenn man in einem gegebenen Volum Sauerstoff Kohlenstoff verbrennt und der Sauerstoff in Kohlensäure übergeht, so ändert sich das Gasvolum nicht merklich. Die Kohlensäure enthält ihr gleiches Volum Sauerstoff. Wenn demnach der in das Blut aufgenommene Sauerstoff nur zur Bildung von Kohlensäure im Leibe verwendet werden würde, so müßten wir ein dem verbrauchten Sauerstoffvolum gleiches Kohlensäurevo-

*) Ein Kubikfuß Steinkohlengas verzehrt 2 bis 2½ Kubikfuß Sauerstoff und erzeugt 1 bis 2 Kubikfuß kohlensaures Gas.

lum zurückerhalten; aber wie bemerkt, der in der Kohlensäure austretende Sauerstoff beträgt weniger, wie der aufgenommene. Das Verhältniß des Sauerstoffs in der ausgeathmeten Kohlensäure zu der ganzen Menge des aufgenommenen Sauerstoffs ist sehr wechselnd und bis zu einer gewissen Grenze abhängig von der Nahrung; bei vegetabilischer Nahrung wird mehr, bei Fleischkost weit weniger Sauerstoff in der Kohlensäure ausgeathmet; bei Pflanzenfressern beträgt der letztere $^8/_{10}$ bis $^9/_{10}$, bei Fleischfressern etwa $^3/_4$ der ganzen Menge des eingeathmeten Sauerstoffs. Bei hungernden Thieren, gleichgültig ob Pflanzen- oder Fleischfresser, ist dieses Verhältniß gleich und dasselbe wie bei den mit Fleisch gefütterten, offenbar ein Beweis, daß im Zustand des Hungers der in das Blut aufgenommene Sauerstoff sich in ihrem Leibe mit denselben Materien verbindet, d. h. der Athmungsproceß wird auf Kosten der Bestandtheile ihres Leibes unterhalten.

Die Frage was aus den 10 bis 25 Procent Sauerstoff wird, welche in dem Athmungsproceß scheinbar verschwinden, beantwortet sich leicht, wenn man im Auge behält, daß der thierische Körper außer Kohlenstoff und Wasserstoff nur noch eine höchst geringe Menge Schwefel als verbrennliche, d. h. mit dem Sauerstoff der Verbindung fähige Elemente enthält; es ist nicht zu bezweiflen, daß der größte Theil dieses Sauerstoffs zur Wasserbil-

dung verwendet wird. In dem Verschwinden des an Wasserstoff so reichen Fettes in Hungernden, oder des Alkohols der genossenen geistigen Getränke hat man die überzeugendsten Beweise dieser Wasserbildung, und die Thatsache, daß Murmelthiere im Zustande des Winterschlafes an Gewicht durch den Respirationsproceß zunehmen, mag darin genügende Erklärung finden; in diesem Zustande genießt das Thier kein Wasser, und entläßt demungeachtet von Zeit zu Zeit Wasser im Harn, nach dessen Austreten, wie sich von selbst versteht, eine Gewichtsverminderung eintritt, welche mit dem aufgenommenen und in Kohlensäure und Wasser übergegangenen Sauerstoff im Verhältniß steht.

Man kennt genau die Wärmemenge, welche beim Uebergang des Sauerstoffs in Kohlensäure oder Wasser entwickelt wird. Wenn man unter eine gewöhnliche mit Wasser gefüllte Theekanne eine brennende Weingeistlampe stellt, die letztere vor dem Anzünden wiegt und in dem Augenblick auslöscht, wenn das Wasser anfängt zu sieden, so erfährt man durch das Zurückwiegen der Spirituslampe leicht, wieviel Weingeist verbraucht d. h. verbrannt worden ist, um das Wasser auf seinen Siedpunkt zu bringen; und wenn man das Gewicht des Wassers kennt, so läßt sich durch eine sehr einfache Rechnung bestimmen, wieviel Wärmegrade ein Gewichtstheil

Weingeist, ein Loth oder eine Unze bei seiner Verbindung mit dem Sauerstoffe entwickelt. In einem hierzu geeigneteren Apparate, dessen Einrichtung es gestattet, alle durch die Verbrennung erzeugte Wärme ohne Verlust in dem Wasser aufzufangen, hat man in dieser Weise gefunden, daß durch die Verbrennung einer Unze reinen Weingeists, 69 Unzen Wasser von dem Gefrierpunkte an bis auf seinen Siedpunkt erwärmt werden können. Jede Unze dieser 69 Unzen Wasser hat demnach 100 Wärmegrade empfangen, alle zusammen haben 69 mal 100 oder 6900 Wärmegrade aufgenommen. Diese Zahl 6900 drückt die Wärmemenge aus, welche durch die Verbrennung von 1 Gewichtstheil Weingeist erzeugt oder frei wurde — und zwar in Wärmegraden welche ein bekanntes Gewicht Wasser empfängt.

In ganz ähnlicher Weise hat man die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, der Steinkohlen, des Holzes, Torfs 2c. ermittelt; die Verbrennungswärme der Steinkohlen ist 5625; mit einem Pfunde Steinkohlen lassen sich 56¼ Pf. Wasser vom Gefrierpunkte bis zum Sieden, oder 562½ Pf. bis auf 10 Grade oder 5625 Pf. Wasser auf einen Grad erwärmen. Die Wärmeeinheit ist, wie man leicht wahrnimmt, kein gewöhnlicher Thermometergrad, sondern es ist das Wärmequantum, was ein, dem verbrannten gleicher, Gewichtstheil Wasser empfängt um seine Temperatur um einen Ther-

mometergrad des hundertheiligen Thermometers zu erhöhen.

Die Verbrennungswärme des reinen Kohlenstoffs ist beträchtlicher wie die der Steinkohlen; nach den Bestimmungen von Andrews beträgt sie 7881, die des Wasserstoffs 33808 Wärmeeinheiten; durch die Verbrennung des Wasserstoffs wird Wasser, durch die des Kohlenstoffs Kohlensäure gebildet, und da das Wasser das achtfache Gewicht des Wasserstoffs an Sauerstoff, die Kohlensäure $2\frac{2}{3}$mal soviel Sauerstoff als Kohlenstoff enthalten, so kommen auf 1 Gewichtstheil Sauerstoff, der in Kohlensäure übergeht, 2950 und bei seinem Uebergange in Wasser 4226 Wärmeeinheiten.

Wenn man demnach den Sauerstoffverbrauch eines Thieres in 24 Stunden kennt, so wie die Menge der erzeugten Kohlensäure und die Menge des gebildeten Wassers (aus dem verschwundenen Sauerstoff), so ist es leicht die ganze Wärmemenge zu berechnen, welche ein Thier durch seinen Athmungsproceß entwickelt. Es ist ferner verständlich, daß wenn man ein Thier in einem passenden Apparate athmen läßt, welcher mit kaltem Wasser ganz umgeben ist, daß in diesem Fall durch die Temperaturzunahme des Wassers, sich die Anzahl der Wärmegrade leicht bestimmen lasse, die das Thier während einer gewissen Zeit an die Umgebung abgibt. Auf diesem Wege hat man die Gewißheit erlangt, daß

die Anzahl der Wärmegrade, welche ein Thier durch den in seinem Leibe vor sich gehenden Proceß erzeugt, derjenigen sehr nahe entspricht, welche der nämliche Apparat empfangen würde, wenn man eine der ausgemittelten Kohlensäure und dem verschwundenen Sauerstoff entsprechende Menge Sauerstoffgas durch Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff in demselben in ebensoviel Kohlensäure und Wasser übergeführt hätte, und die Frage nach dem Ursprung der thierischen Wärme ist damit in befriedigender Weise gelöst.

Fünfundzwanzigster Brief.

In meinem letzten Briefe habe ich es versucht, Ihnen einige Aufklärungen über die einfachen und doch so wunderbaren Functionen zu geben, welche der Sauerstoff der Atmosphäre in dem thierischen Organismus erfüllt; gestatten Sie mir heute, einige Bemerkungen über die Materien, welche den Mechanismus desselben im Gang zu erhalten bestimmt sind, über die Nahrungsmittel hinzuzufügen.

Wenn die Zunahme an Masse in dem thierischen Körper, die Ausbildung seiner Organe und ihre Reproduktion aus dem Blute, d. h. aus den Bestandtheilen desselben geschieht, so können nur solche Materien zu diesen Zwecken dienen, welche die Elemente des Blutes in der geeigneten Form und Beschaffenheit enthalten um zu Blut zu werden.

Das Blut enthält 79 bis 80 Procent Wasser und 20 bis 21 feste Bestandtheile, von welchen 1¼

bis 1½ Proc. unverbrennlich sind und nach der Einäscherung als Blutasche zurückbleiben. Der Blutkuchen enthält die Blutkörperchen eingeschlossen von Blutfibrin, welches letztere seiner Menge nach nicht mehr als $^3/_{10}$ Proc. des ganzen Blutes ausmacht. Die Blutkörperchen enthalten den Farbstoff des Blutes, ausgezeichnet durch seinen nie fehlenden starken Eisengehalt, sie enthalten ferner den Hauptbestandtheil des Blutserums, das Blutalbumin, welchem die Blutflüssigkeit alle Eigenschaften des Weißen des Hühnereis verdankt. Das Blut gerinnt wie das Eiweiß in der Hitze; dieser gerinnende Bestandtheil ist das Blutalbumin.

Die Hälfte der unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes besteht aus Kochsalz; außer diesem finden sich theils in Auflösung in dem Blutserum, theils in chemischer Verbindung mit den verbrennlichen Bestandtheilen des Blutes, Kalk, Bittererde, Kali, Natron, Phosphorsäure und Kohlensäure. Rechnet man das Kochsalz ab, so macht das Eisenoxyd 17 bis 20 Proc. der ganzen Blutasche aus. Außer den genannten Körpern enthält das Blut noch einige fette Substanzen, unter denen mehrere sich von den gewöhnlichen Fetten durch verschiedene Eigenschaften unterscheiden.

Die hohe Bedeutung des Albumins für den thierischen Lebensproceß, drängt sich unwiderstehlich auf, wenn man sich an die Entwickelung des jungen Thieres im

Hühnerei erinnert. Das Albumin des Weißen und Dotters im Hühnerei, enthält Schwefel und Stickstoff, wie das Blutalbumin, beide enthalten auf 1 Aeq. Stickstoff 8 Aeq. Kohlenstoff und außer diesen die Elemente des Wassers in demselben relativen Verhältniß; bis auf eine geringe Menge Schwefel, welche das Eieralbumin mehr enthält, sind sie nicht blos ihren Eigenschaften, sondern auch ihrer Zusammensetzung nach identisch.

Wir beobachten nun, daß in dem befruchteten Ei, durch den Einfluß der Wärme und unter der Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft, welcher durch die poröse Schale Zutritt hat, unter dem Einfluß der Bedingungen also, welche den Athmungsproceß begleiten, aus dem Albumin alle Theile des thierischen Leibes, Federn, Klauen, Fibrin, Membranen, Zellen, die Substanz der Blutkörperchen, der Blut- und Lymphgefäße und der Knochen sich entwickeln. Es ist offenbar, das Albumin ist die Grundlage, es ist der Anfangspunkt der ganzen Reihe der eigenthümlichen Gebilde, welche die Träger aller Thätigkeiten ausmachen. Die Elemente der mit Form und Leben begabten Organe waren ursprünglich Elemente des Albumins, es sind Produkte gewisser Veränderungen, welche das Albumin unter dem Einfluß der Wärme und des Sauerstoffs in belebten Organismen erleidet.

In ganz gleicher Weise wie im Ei, nimmt das

Albumin des Blutes in dem Bildungsproceß des Fötus, dem es von Außen zugeführt wird, die erste Stelle ein; durch seine Bestandtheile nimmt es Theil an allen Vorgängen, es bedingt die Zunahme an Masse und die Erzeugung und Wiedererzeugung aller geformten Theile im jugendlichen und erwachsenen Leibe. Das Albumin ist ein Bestandtheil des Gehirns und der Nerven, der Leber, Nieren, Milz und aller Drüsen.

Ueberall in der ganzen organischen Welt, wo sich thierisches Leben entwickelt, sehen wir die Lebenserscheinungen abhängig von der Gegenwart des Blutalbumins, die Fortdauer des Lebens ist aufs engste geknüpft an dessen Vorhandensein in dem Blute oder in der ernährenden Flüssigkeit.

Insofern der Begriff von Bildung, Ernährung, oder Ernährungsfähigkeit untrennbar ist von einem Stoffe, dessen Eigenschaften und Zusammensetzung in dem Worte Albumin zusammengefaßt sind, so sind im eigentlichen Sinne nur diejenigen Materien Nahrungsmittel, welche Albumin oder eine Substanz enthalten, welche fähig ist, in Albumin überzugehen.

Wenn wir von diesem Gesichtspunkte aus die Nahrungsmittel studiren, so gelangen wir zur Erkenntniß eines Naturgesetzes von der wunderbarsten Einfachheit.

Die gewöhnlichsten Erfahrungen geben zu erkennen, daß das Fleisch vor allen andern Nahrungsstoffen die größte Ernährungsfähigkeit besitzt. Der Hauptbestand-

theil des Fleisches ist die Muskelfaser oder das Fleischfibrin, welches nahe an 70 Proc. von dem Gewichte des trocknen, fettfreien Fleisches ausmacht; in dem Fleische ist die Muskelsubstanz mit feinen Membranen verwebt, und es verzweigen sich darin eine Menge Nerven, so wie unzählige feine mit gefärbten oder ungefärbten Flüssigkeiten angefüllte Gefäße.

Die chemische Analyse hat den Grund der Ernährungsfähigkeit des Fleisches auf eine unzweifelhafte Weise dargethan, indem sie gezeigt hat, daß das Fleischfibrin und Blutalbumin die nämlichen Elemente in denselben Verhältnissen enthalten, daß beide in dem nämlichen Verhältnisse zu einander stehen, wie frisches Eiweiß oder Blutalbumin zu dem durch Hitze geronnenen: seiner Zusammensetzung nach ist Fleischfibrin nichts weiter wie festgewordenes geformtes Blutalbumin. Der Unterschied, wenn überhaupt einer vorhanden ist, ist so gering, daß zwei Analysen von Blutalbumin nicht mehr von einander abweichen, als wie eine Analyse der Substanz der Fleischfaser von einer Analyse von Blutalbumin abweicht. *) Das Blut als Ganzes betrachtet, besitzt die nämliche Zusammensetzung wie das Fleisch.

In dem Fleisch ist demnach eine der Hauptbedingungen für die Blutbildung in der Fleischfaser vorhanden; durch den Verdauungsproceß wird die Fleischfaser, ähn-

*) Annal. der Ch. u. Ph. Bd. 73. p. 126.

lich wie gekochtes Eiweiß, flüssig und überführbar in das Blut, und es erschiene beinahe pedantisch, im Angesichte unserer Erfahrungen über den Ernährungsproceß der fleischfressenden Thiere Beweise zu verlangen, daß die verdaute Fleischfaser rückwärts im lebendigen Leibe wieder alle Eigenthümlichkeiten des Blutalbumins gewinnt. Dieser Beweis könnte übrigens leicht geführt werden, indem die Fleischfaser auch außerhalb des Körpers durch einen Proceß, dessen letzte Ursache wir für identisch halten mit der, welche die Verflüssigung der Speisen im Magen bewirkt, in Albumin übergeführt werden kann. Wenn man nämlich Fleischfibrin mit Wasser bedeckt dem Einfluß der Luft überläßt, so geht ein sehr kleiner Theil desselben in Zersetzung über und durch die Wirkung desselben wird der ganze übrige Theil flüssig und löslich im Wasser, und diese Lösung verhält sich ganz wie Blutserum; sie gerinnt beim Erhitzen zu einer festen weißen Masse, welche identisch in allen Eigenschaften mit dem Blutalbumin ist.

Untersuchen wir die Milch, das wichtige Nahrungsmittel, welches in dem Leibe der Mutter zubereitet, von der Natur dem Körper des jugendlichen Thieres für seine Entwickelung geliefert wird, so finden wir darin in dem Casein einen Stoff, welcher, gleich dem Albumin Schwefel und Stickstoff enthält und die Abwesenheit eines jeden andern stickstoffhaltigen Körpers in der Milch macht es vollkommen gewiß, daß sich aus die-

sem allein der Hauptbestandtheil des Blutes des Säuglings, seine Muskelfaser, Membranen, Zellen in der ersten Periode seines Lebens erzeugen.

Das Casein ist seinen Eigenschaften nach verschieden von dem Albumin und Fleischfibrin; es ist in der Milch in flüssigem gelösten Zustande durch ein Alkali gehalten und kann in derselben zum Sieden erhitzt werden, ohne wie das Albumin zu gerinnen; verdünnte Säuren, welche das Albumin nicht fällen, scheiden hingegen mit Leichtigkeit das Casein aus der Milch ab, sie gerinnt in der Kälte schon durch verdünnte Essigsäure, indem sich das Casein in Gestalt einer Gallerte oder von dicken Flocken abscheidet, welche auch nach dem Kochen mit Wasser ausnehmend leicht in schwach alkalischen Flüssigkeiten sich wieder auflösen, eine Eigenschaft, wodurch es sich von gekochtem Albumin und dem Fleischfibrin sehr wesentlich unterscheidet.

Die chemische Analyse des Caseins hat bewiesen, daß auch dieser Stoff, bis auf einen kleineren Schwefelgehalt, die nämlichen Elemente in demselben Verhältniß enthält, wie das Albumin oder Fleischfibrin, und es ist hiernach klar, daß in dem Casein der Milch das junge Thier den Grundbestandtheil seines Blutes, in einer andern, sicher aber in der für die Entwicklung seiner Organe geeignetsten Form, empfängt.

Die Ernährung der Fleischfresser und des Säug-

lings ist uns nach diesen Erfahrungen verständlich. Die Fleischfresser leben vom Blut und Fleisch der Gras und Körner fressenden Thiere; dieses Blut und Fleisch ist identisch in allen seinen Eigenschaften mit ihrem eigenen Blut und Fleisch, der Säugling empfängt sein Blut von dem Blute seiner Mutter; in chemischem Sinne kann man also sagen, daß das Fleisch fressende Thier zur Fortdauer seines Lebens sich selbst, der Säugling zu seiner Ausbildung seine Mutter verzehrt; dasjenige, was zu seiner Ernährung dient, ist seinem Hauptbestandtheil nach identisch mit dem Hauptbestandtheile seines Blutes, aus welchem sich seine Organe entwickeln.

Ganz verschieden von diesem ist dem Anscheine nach der Ernährungsproceß der pflanzenfressenden Thiere; ihre Verdauungsorgane sind minder einfach und ihre Nahrung besteht aus Vegetabilien, die in ihrer Form und Beschaffenheit nicht die geringste Aehnlichkeit weder mit Milch noch mit Fleisch besitzen. Die Frage nach dem Grund ihrer Ernährungsfähigkeit war in der That noch vor wenigen Jahrzehnten ein scheinbar unauflösliches Räthsel, und wir begreifen jetzt, wie es möglich war, daß die ausgezeichnetsten und scharfsinnigsten Aerzte den Magen als den Sitz eines Zauberers ansehen konnten, welcher bei anständiger Behandlung und guter Laune Disteln, Heu, Wurzeln, Früchte und Samen in Blut und Fleisch zu verwandeln versteht, während er im Zorne das beste Gericht verschmäht oder verdirbt.

Alle diese Räthsel sind mit Bestimmtheit und Sicherheit von der Chemie gelöst. Es hat sich herausgestellt, daß alle Theile von Pflanzen, welche Thieren zur Nahrung dienen, gewisse Bestandtheile enthalten, welche sich leicht von allen andern dadurch unterscheiden, daß sie beim Erhitzen, wie angezündete Wolle einen ganz eigenthümlichen Geruch verbreiten, an dem sie leicht erkennbar sind; es hat sich gezeigt, daß die Thiere zu ihrer Erhaltung und Zunahme an Masse umsoweniger ihrer vegetabilischen Nahrung bedürfen, je reicher dieselbe an diesen eigenthümlichen Bestandtheilen ist, sie können nicht mit vegetabilischen Substanzen ernährt werden, worin diese Bestandtheile fehlen.

In vorzüglicher Menge sind diese Erzeugnisse des Pflanzenlebens in den Samen der Getreidearten, in den Erbsen, Linsen, Bohnen, in Wurzeln und in den Säften der sogenannten Gemüsepflanzen enthalten, sie fehlen übrigens in keiner einzigen Pflanze und in keinem ihrer Theile.

Es lassen sich diese Pflanzenbestandtheile auf drei Materien zurückführen, die in ihrer äußeren Beschaffenheit sich kaum ähnlich sind.

Wenn man frisch ausgepreßte Pflanzensäfte sich selbst überläßt, so tritt nach kurzer Zeit eine Scheidung ein, es sondert sich ein gelatinöser Niederschlag ab, gewöhnlich von grüner Farbe, welcher mit Flüssigkeiten

behandelt, die den Farbstoff lösen, eine grauweiße Materie hinterläßt. Diese Substanz ist unter dem Namen grünes Satzmehl der Pflanzensäfte den Pharmazeuten wohl bekannt. Der Saft der Gräser ist vorzüglich reich an diesem Bestandtheil; in großer Menge ist er in dem Weizensamen, so wie überhaupt in dem Samen der Getreidepflanzen enthalten und kann aus dem Waizenmehl durch eine mechanische Operation ziemlich rein erhalten worden. In diesem Zustande heißt dieser Stoff Kleber, von seinen klebenden Eigenschaften an welchen eine geringe Menge eines beigemischten fetten Körpers einigen Antheil hat. Diese Substanz ist in den Samen der Cerealien abgelagert und für sich in Wasser nicht löslich.

Der zweite Bestandtheil der Pflanzen, von welchem ihre Ernährungsfähigkeit abhängig ist, findet sich in den Pflanzensäften gelöst, aus denen er sich nicht bei gewöhnlicher Temperatur abscheidet, wohl aber, wenn der Pflanzensaft zum Sieden erhitzt wird. Bringt man den ausgepreßten klaren Saft von Kartoffeln, Blumenkohl, Spargel, Rüben &c. zum Sieden, so entsteht darin ein Gerinnsel, welches in seiner äußeren Beschaffenheit und allen seinen übrigen Eigenschaften schlechterdings von dem nicht unterscheidbar ist, welches mit Wasser verdünntes Blutserum unter gleichen Umständen liefert.

Der dritte dieser wichtigen Pflanzenbestandtheile findet sich in den Samenlappen der Leguminosen, vorzüglich der Erbsen, Linsen, Bohnen, und kann aus dem Mehl derselben durch kaltes Wasser ausgezogen und in Auflösung erhalten werden; in dieser Löslichkeit ist dieser Stoff dem vorigen ähnlich, er unterscheidet sich aber von demselben dadurch, daß seine Auflösung in der Hitze nicht coagulirt; beim Abdampfen zieht sich an der Oberfläche eine Haut und mit schwachen Säuren versetzt entsteht darin ein Gerinnsel wie in der Thiermilch.

Die chemische Untersuchung dieser drei Pflanzenstoffe hat zu dem interessanten Resultate geführt, daß sie Schwefel und Stickstoff und die übrigen Elemente in gleichem Verhältniß enthalten und, was noch weit merkwürdiger ist, es hat sich ergeben, daß sie identisch sind in ihrer Zusammensetzung mit dem Albumin, daß sie die nämlichen Elemente in den nämlichen Verhältnissen enthalten, wie dieser Hauptbestandtheil des Blutes.

In welcher bewunderungswürdigen Einfachheit erscheint nach der Erkenntniß dieses Verhältnisses der Pflanzen zum Thiere, der Bildungsproceß im Thiere, die Entstehung seines Blutes und seiner Organe! Die Pflanzenstoffe, welche in den Pflanzen zur Blutbildung dienen, enthalten bereits den Hauptbestandtheil des Blutes, fertig gebildet, allen seinen Elementen nach. Die Nahrhaftigkeit oder Ernährungsfähigkeit der vegetabili-

schen Nahrung steht in gradem Verhältniß zu dem Gehalt derselben an diesen Stoffen und wenn sie darin genossen werden, so empfängt das pflanzenfressende Thier die nämlichen Materien, auf welche das fleischfressende Thier zu seiner Erhaltung angewiesen ist.

Aus Kohlensäure und Ammoniak, aus den Bestandtheilen der Atmosphäre unter Hinzuziehung von Schwefel und gewissen Bestandtheilen der Erdrinde erzeugen die Pflanzen das Blut der Thiere; denn in dem Blut und Fleisch der Pflanzenfressenden, verzehren die Fleischfressenden im eigentlichen Sinne nur die Pflanzenstoffe, von denen die ersteren sich ernährt haben; diese Schwefel- und Stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile nehmen in dem Magen des Pflanzenfressenden Thieres die nämliche Form und Eigenschaften an, wie Fleischfibrin und Thieralbumin in dem Magen der Carnivoren. Die Fleischnahrung enthält den nahrhaften Bestandtheil der Gewächse aufgespeichert und im concentrirtesten Zustande.

Ein umfassendes Naturgesetz knüpft die Entwickelung der Organe eines Thieres, ihre Vergrößerung und Zunahme an Masse, an die Aufnahme gewisser Stoffe, welche identisch sind mit dem Hauptbestandtheil seines Blutes; es ist offenbar, daß der Thierorganismus sein Blut nur der Form nach schafft und daß die Natur ihm die Fähigkeit versagt hat, es aus andern Stoffen zu er-

zeugen, welche nicht identisch sind mit dem Hauptbestandtheil seines Blutes.

Der Thierkörper ist ein höherer Organismus, dessen Entwickelung mit denjenigen Materien beginnt, mit deren Erzeugung das Leben der gewöhnlichen Nährpflanzen aufhört; sobald die Futterkräuter und Getreidepflanzen Samen getragen haben, sterben sie ab; mit der Erzeugung der Frucht hört bei den perennirenden eine Periode ihres Lebens auf; in der unendlichen Reihe von organischen Verbindungen, welche mit den unorganischen Nahrungsstoffen der Pflanze anfängt, bis zu den zusammengesetztesten Bestandtheilen des Gehirns im Thierkörper, sehen wir keine Lücke, keine Unterbrechung. Der Nahrungsstoff des Thieres, aus welchem der Hauptbestandtheil seines Blutes entsteht, ist das Produkt der schaffenden Thätigkeit der Pflanze.

Wenn man die drei Schwefel- und Stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile mit dem Fleischfibrin, dem Blutalbumin und dem Casein der Milch ihren physikalischen Eigenschaften nach vergleicht, so findet man, daß der Kleber des Weizenmehls die größte Aehnlichkeit mit dem Fleischfibrin besitzt, daß der in der Hitze gerinnbare Bestandtheil der Pflanzensäfte von dem Blutalbumin schlechterdings nicht unterscheidbar ist und daß zuletzt der Hauptbestandtheil der Samen der Hülsenfrüchte in allen seinen Eigenschaften und seinem Verhalten mit dem Käs-

stoff der Thiermilch übereinstimmt. Daher die Namen **Pflanzenfibrin, Pflanzenalbumin** und **Pflanzencasein,***) welche diesen drei Pflanzenbestandtheilen mit dem größten Rechte gegeben worden sind, da sie in ihren Eigenschaften den entsprechenden Thiersubstanzen vollkommen gleichen.

Die drei Schwefel- und Stickstoffhaltigen Bestandtheile der Samen und Säfte der Gewächse kommen niemals oder nur höchst selten für sich allein vor. So findet sich in dem Safte der Kartoffeln durch Säuren fällbares Pflanzencasein, und in den Samen der Leguminosen und Getreidepflanzen ist immer eine gewisse Menge durch Hitze gerinnbares Pflanzenalbumin. Was man als Kleber des Roggenmehls bezeichnet, besteht

*) Einen merkwürdigen Beleg für die Natur des Pflanzencaseins liefert eine von den Untersuchungen der Chemie ganz unabhängige Thatsache, welche von J. **Itier** in seinem Berichte erzählt wird. Die Chinesen pflegen nämlich aus Erbsen einen wirklichen Käse zu machen. Zu dem Ende werden die Erbsen zu einem Brei gekocht, dieser durchgeseiht und mit Gypswasser zum Gerinnen gebracht; das Geronnene wird behandelt wie der aus Milch mit Lab gefällte Käs. Die feste Masse wird von der Flüssigkeit abgepreßt und unter Salzzusatz in Formen zu einem Käse verarbeitet, welcher nach und nach den Geruch und Geschmack des aus Milch bereiteten Käses erhält. Dieser Käse wird auf den Straßen in Canton unter dem Namen Tao-foo feilgeboten und ist frisch eine beliebte Speise des Volkes.

beinahe ganz aus Pflanzencasein und Pflanzenalbumin. In dem Weizenmehl sind alle drei beisammen.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß Thierfibrin und Pflanzenfibrin, Thieralbumin und Pflanzenalbumin, Thiercasein und Pflanzencasein nicht allein die nämlichen Elemente in denselben Verhältnissen enthalten, sondern auch gleiche Eigenschaften besitzen. Der Weizenkleber löst sich in Wasser, dem man auf die Unze einen Tropfen Salzsäure zugesetzt hat, beinahe ganz zu einer trüben Flüssigkeit auf, in welcher, wie in der Lösung, die man in gleicher Weise aus Muskelfleisch erhält, durch Kochsalzlösung ein Gerinnsel entsteht. Mit reinem Wasser übergossen und der Fäulniß überlassen, löst sich derselbe zum großen Theil ganz, wie in gleichen Verhältnissen das Muskelfibrin zu einer klaren Flüssigkeit auf, welche jetzt eine große Menge durch Wärme gerinnbares Albumin enthält.

Diese verschiedenen Stoffe liefern zuletzt in Oxydationsprocessen einerlei Produkte, was die Chemie als einen Beweis betrachtet, daß ihre Elemente auch in gleicher Weise geordnet sind. Diese Produkte sind merkwürdig genug, daß es wohl werth ist, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken. Bei der Einwirkung starker Alkalien tritt ein Theil des Schwefels dieser Substanzen an das Kali, die Kalilauge empfängt durch einen Gehalt von Schwefelkalium die Eigenschaft, bei Zusatz eines Tropfens einer

Lösung von Bleizucker, eine von Schwefelblei dintenschwarz gefärbte Flüssigkeit zu bilden, bei weiterer Zersetzung durch die Alkalien entstehen aus allen zwei krystallisirbare den organischen Basen verwandte Substanzen das Tyrosin und das Leucin,*) welches letztere Prout zuerst in faulem Käse, Walter Crum in faulendem Kleber auffand, außer diesen mehrere flüchtige fette Säuren, Buttersäure und Baldriansäure. Durch Oxydationsprocesse in sauren Flüssigkeiten erhält man daraus eine zahlreiche Menge sehr merkwürdiger Produkte, unter denen Blausäure, Bittermandelöl, die genannten beiden Säuren, Ameisensäure, Essigsäure und mehrere Aldehyde sich befinden, so daß wohl kein anderer organischer Körper in diesem Verhalten den genannten Thier- und Pflanzenstoffen an die Seite gestellt werden kann.

Die Betrachtung, daß Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin und Pflanzencasein, das Thiercasein und Thierfibrin die einzigen Nahrungsstoffe aus dem Thier- und Pflanzenreiche sind, aus welchen in dem Ernährungsprocesse der Hauptbestandtheil des Blutes und alle geformten Theile des Thierkörpers in dem Lebensprocesse gebildet werden, hat diesen fünf Schwefel- und

---

*) Diese Produkte erhalten eine besondere Bedeutung, insofern man z. B. Leucin im Körper selbst (in den Flüssigkeiten der Leber des Kalbs) fertig gebildet aufgefunden hat.

stickstoffhaltigen Substanzen, zu denen das Blutalbumin selbst gehört, insofern es als ein Bestandtheil des Thierleibes zum Nahrungsmittel dient, den Namen der plastischen Nahrungsmittel gegeben.

Es gibt in der That keinen Theil eines Organs, welcher eine ihm eigne Gestalt besitzt, dessen Elemente nicht von dem Albumin des Blutes stammen; alle geformten Bestandtheile des Körpers enthalten eine gewisse Menge Stickstoff.

Von dem Vorhandensein der stickstofffreien Bestandtheile der Organe, des Wassers und des Fettes sind viele physikalische Eigenschaften derselben abhängig, sie vermitteln die Vorgänge und Processe, durch welche die organischen Gebilde entstehen. Das Fett nimmt Antheil an der Bildung der Zellen, von dem Wasser rührt die flüssige Beschaffenheit des Blutes und aller Säfte her; in gleicher Weise ist die milchweise Farbe der Knorpeln, die Durchsichtigkeit der Hornhaut des Auges, die Weichheit, Geschmeidigkeit, Biegsamkeit, die elastische Beschaffenheit der Muskelfaser und der Gewebe, der Seidenglanz der Bänder und Sehnen abhängig von einem bestimmten Wassergehalt; das Fett macht einen nie fehlenden Bestandtheil der Gehirn- und Nervensubstanz aus, ebenso enthalten die Haare, das Horn, die Klauen, Zähne und Knochen stets eine gewisse Menge Wasser und Fett, aber in allen diesen Theilen sind Was-

ser und Fett nur mechanisch aufgesaugt, wie in einem Schwamm, oder, wie in den Zellen das Fett, in Tropfengestalt eingeschlossen und sie lassen sich denselben durch mechanischen Druck und Auflösungsmittel entziehen, ohne daß die Struktur dieser organischen Theile im mindesten geändert wird; sie besitzen niemals eine ihnen eigne organische Form, sondern sie nehmen immer die Form der organischen Theile an, deren Poren sie erfüllen, sie gehören nicht zu den plastischen Bestandtheilen des Körpers oder zu den plastischen Bestandtheilen der Nahrungsmittel.

Sechsundzwanzigster Brief.

Die Nahrung aller Thiere enthält neben den plastischen Bestandtheilen, aus denen das Blut und die organischen Gebilde entstehen, stets und unter allen Umständen eine gewisse Menge Stickstoff- und Schwefelfreier Substanzen.

Das Fleisch, welches das Fleisch fressende Thier verzehrt, enthält eine gewisse Menge Fett; die Milch enthält Fett (in der Butter) und neben diesem einen leicht kristallisirbaren Körper, den Milchzucker, welcher aus den süßen Molken beim Abdampfen erhalten wird. Die Nahrung der pflanzenfressenden Thiere enthält stets eine dem Milchzucker in seinem chemischen Verhalten ähnliche oder verwandte Substanz.

Die Eigenschaften des Milchzuckers als eines Bestandtheils der Milch und eines Produkts des thierischen Lebensprocesses sind von besonderem Interesse; bis jetzt ist der Milchzucker nur in der Milch und nach neueren Untersuchungen auch in den Hühnereiern, wiewohl nur in geringer Menge aufgefunden worden.

Der Milchzucker kommt im Handel in oft zolldicken kristallinischen Krusten vor, welche gewöhnlich wegen mangelnder Sorgfalt und Reinlichkeit bei seiner Darstellung gelblich, oft gelbbraun und von schmutzigem Ansehen sind. Durch eine neue Kristallisation erhält man denselben, namentlich bei Anwendung von Kohle zum Entfärben der Lösung, blendend weiß, in harten zwischen den Zähnen krachenden, durchscheinenden, vierseitigen, mit vier Flächen zugespitzten Prismen.

Der kristallisirte Milchzucker löst sich in 5—6 Theilen kaltem Wasser, ohne einen Syrup zu bilden; die Kristalle auf die Zunge gebracht, besitzen einen schwach süßen Geschmack, in der Lösung ist derselbe etwas hervorstechender. Durch den Milchzucker empfängt die Milch die Eigenschaft in gelinder Wärme, sich selbst überlassen, in Gährung überzugehen. Die gegohrene Milch liefert durch Destillation einen wahren (sehr übel nach Buttersäure und faulem Käs riechenden) Branntwein, welcher, aus Pferdemilch bereitet, in der Tartarei und in dem Lande der Kirgisen und Kalmuken ganz allgemein im Gebrauch ist. Die Leichtigkeit, mit welcher der Milchzucker in Milchsäure übergeht (siehe den 15. Brief) ist von dem Sauerwerden der Milch jedermann bekannt.

Ausgezeichnet ist die Fähigkeit des Milchzuckers, bei Gegenwart von Alkalien Sauerstoff aufzunehmen. Macht man eine Auflösung von Milchzucker durch Zusatz

von Ammoniak alkalisch und setzt alsdann ein Silbersalz hinzu, so wird bei gelindem Erwärmen das Silberoxyd reduzirt und das Silber auf dem Glase in Gestalt eines spiegelnden Ueberzugs, oder in grauen Flocken niedergeschlagen. Eine mit Kalilauge versetzte Lösung von Milchzucker löst Kupferoxyd mit einer schön blauen Farbe auf; diese Mischung wird in der Wärme schön roth, indem sich alles Kupfer als Kupferoxydul abscheidet; in beiden Fällen wird der Sauerstoff des Silberoxyds ganz, der des Kupferoxyds zur Hälfte, von den Bestandtheilen des Milchzuckers aufgenommen.

Eine alkalische Lösung von Milchzucker löst Eisenoxyd und andere Metalloxyde auf, in Berührung damit wird blauer Indigo entfärbt, er löst sich darin zu einer wahren Indigküpe auf.

Durch den Einfluß vieler Fermente, und besonders leicht in Gegenwart von Kalk wird die aus dem Milchzucker entstehende Milchsäure in Buttersäure, welche zu der Gruppe der fetten Säuren gehört, übergeführt, durch Oxydation mittelst Salpetersäure liefert der Milchzucker Kohlensäure, Oxalsäure und Schleimsäure; setzt man zu einer Auflösung von Milchzucker in Wasser etwas Schwefelsäure, so verwandelt sich derselbe sehr rasch und schnell in Traubenzucker.

Der kristallisirte Milchzucker enthält Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, Sauerstoff und Wasserstoff

in einem solchen Verhältniß, daß, wenn wir uns den Wasserstoff desselben durch dessen Aequivalente Sauerstoff ersetzt denken, wir grade auf Kohlensäure erhalten.

Die süßschmeckenden Früchte und Pflanzensäfte verdanken ihren Geschmack drei Zuckerarten, von welchen zwei kristallisirbar sind, während die dritte immer weich oder von syrupähnlicher Beschaffenheit ist. Die letztere ist ein Bestandtheil der meisten Früchte (Mitscherlich). Die Runkelrüben und Möhren enthalten dieselbe Zuckerart wie der Saft des Zuckerrohrs, der Honig enthält den nämlichen Zucker wie die Weintrauben. Von diesen Zuckerarten ist der Traubenzucker in seinem Verhalten und seiner Zusammensetzung dem Milchzucker am ähnlichsten; in trocknem Zustande enthält er die nämlichen Elemente in demselben Verhältnisse wie dieser; in Beziehung auf seine Fähigkeit in Milchsäure und Buttersäure überzugehen und in seinem Verhalten gegen Metalloxyde, Silberoxyd, Kupferoxyd, Eisenoxyd und Indigo ist er dem Milchzucker völlig gleich.

Der Rohrzucker unterscheidet sich von dem Milchzucker und Traubenzucker in seiner Zusammensetzung durch die Elemente von einem Wasseratom, den letztere mehr enthalten, aber durch Berührung mit Fermenten oder Säuren geht derselbe, indem das fehlende Wasseratom

in seine Zusammensetzung eintritt, mit großer Leichtigkeit in Traubenzucker über.

Die in dem Pflanzenreiche verbreitetste und in der Nahrung der Pflanzenfresser am häufigsten vorkommende Substanz, welche in dem Ernährungsproceß die wichtige Rolle des Milchzuckers übernimmt, ist das Amylon oder Stärkmehl, welches in seinen Eigenschaften demselben am unähnlichsten zu sein scheint.

Das Stärkmehl ist in den Samen der Getreidepflanzen und Leguminosen, in Wurzeln und Knollen, im Holze in rundlichen Körnchen abgelagert und kann nach dem Zerreißen der Zellen, in denen es eingeschlossen ist, durch Auswaschen mit Wasser leicht erhalten werden. Zerreibt man Kartoffeln, oder unreife Aepfel oder Birnen, Kastanien, Eicheln, Rettig, Pfeilwurzel, das Mark der Sagopalme und wäscht den Brei auf einem feinen Siebe mit Wasser aus, so setzt sich aus der weißlich trübe ablaufenden Flüssigkeit Stärkmehl in Gestalt eines blendend weißen sehr feinen Pulvers ab; in dem Handel kommt das Stärkmehl in verschiedenen Formen vor: die feinste Waizenstärke ist unter dem Namen Puder bekannt; der Sago, das gekörnte und in der Hitze getrocknete und etwas zusammengebackene Stärkmehl der Sagopalme, Arrow Root, das Stärkmehl der Pfeilwurzel, Mandiocca das Stärkmehl der Jatropha Manihot (welche drei letzteren auf dem Conti-

nente meistens aus Kartoffelstärkmehl bestehen). Alle Arten Stärkmehl haben einerlei Zusammensetzung und zeigen ein gleiches chemisches Verhalten. Bis auf das eigenthümliche Stärkmehl in der Alantwurzel (Inula Helenium), der Georginenknollen und vieler Flechten geben die andern mit heißem Wasser einen mehr oder weniger flüssigen oder gallertartigen Kleister, welcher durch Jodlösungen eine prächtig indigblaue Farbe annimmt.

Es ist im 16. Brief bereits erwähnt worden, daß das Stärkmehl, durch den Einfluß des Getreideklebers beim Keimen des Getreides, oder durch Schwefelsäure in Traubenzucker übergeführt wird.

In einem warmen Auszug von Gerstenmalz wird der Stärkekleister sogleich flüssig, es entsteht im Anfang eine dem Gummi ähnliche Substanz, bekannt unter dem Namen Stärkegummi oder Dextrin, welche bei längerer Einwirkung des Malzauszugs vollständig in Traubenzucker übergeführt wird. Eine ganz ähnliche Wirkung auf das Stärkmehl besitzt der lufthaltige Speichel. Eine Mischung von Speichel mit Stärkekleister, der Temperatur des menschlichen Körpers ausgesetzt, wird flüssiger und süß, durch eine entsprechende Menge Speichel kann alles Stärkmehl in Traubenzucker übergeführt werden.

Die Verschiedenheit des Stärkmehls und Milch-

zuckers in ihrer äußern Form oder Beschaffenheit wird, wie man hiernach leicht versteht, in dem Verdauungsproceß beinahe ganz aufgehoben. Die Natur selbst hat die Einrichtung getroffen, daß während des Kauens der Stärkmehlhaltigen Nahrung eine Materie beigemischt wird, durch deren Wirkung in dem Magen das Stärkmehl in eine mit dem Milchzucker in ihrer Zusammensetzung, und Haupteigenschaften nach gleiche Substanz übergeht.

Die Menge von Stärkmehl in dem Mehl der Getreidearten, der Erbsen, Bohnen und Linsen und der Kartoffeln ist sehr beträchtlich. Das Weizen- und Roggenmehl enthält 60 bis 66, die Gerste und Linsen 40 bis 50, das Maismehl bis 78, der Reis bis 86 Proc., die Kartoffeln (trocken) über 70 Proc. Stärkmehl.

Das Fett der Butter und des Fleisches enthalten Kohlenstoff und Wasserstoff sehr nahe in dem Verhältniß wie das Stärkmehl und die Zuckerarten, die letzteren unterscheiden sich von dem Fett hauptsächlich nur durch eine größere Menge Sauerstoff; auf dieselbe Menge Kohlenstoff enthält das Fett beinahe zehnmal weniger Sauerstoff; es ist deshalb leicht durch Hinzurechnung von Sauerstoff eine gegebene Menge Fett in Stärkmehl zu berechnen, und man findet in dieser Weise, daß 10 Theile Fett 24 Theilen Stärkmehl entsprechen. In

ähnlicher Weise kann man durch Abrechnung von Wasser den Milchzucker in Stärkmehl ausdrücken, und mit Hülfe dieser Zurückführung der stickstofffreien Bestandtheile der Nahrungsmittel auf gleiche Werthe Amylon lassen sich jetzt leicht die wichtigsten Nahrungsmittel in Beziehung auf das Verhältniß an plastischen und den andern stickstofffreien Bestandtheilen mit einander vergleichen.

Gewichts-Verhältniß

der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrungsmittel.

			plastische.	stickstofffreie.		
Die Kuhmilch	enthält	auf	10:	30	=	8, 8 Fett 10,4 Milchzucker
Die Frauenmilch	"	"	10:	40		
Die Linsen	"	"	10:	21		
Die Pferdebohnen	"	"	10:	22		
Die Erbsen	"	"	10:	23		
Das Schaffleisch gemästet		"	10:	27	=	11,25 Fett
Das Schweinefleisch gem.		"	10:	30	=	12, 5 "
Das Ochsenfleisch	enthält	"	10:	17	=	7,08 "
Das Hasenfleisch	"	"	10:	2	=	0,83 "
Das Kalbfleisch	"	"	10:	1	=	0,41 "
Das Weizenmehl	"	"	10:	46		
Das Hafermehl	"	"	10:	50		
Das Roggenmehl	"	"	10:	57		
Die Gerste	"	"	10:	57		
Kartoffeln weiße	"	"	10:	86		
" blaue	"	"	10:	115		
Der Reis	"	"	10:	123		
Das Buchweizenmehl		"	10:	130		

Das relative Verhältniß des plastischen Bestandtheils der Milch zu ihrem Gehalt an Butter und Milchzucker, das Verhältniß des blutbildenden Stoffes im Fleisch zu dessen Fettgehalt, so wie das des plastischen Bestandtheils der Getreidearten, der Kartoffeln, der Samen der Leguminosen zu ihrem Gehalte an Stärkmehl ist nicht constant; diese Verhältnisse wechseln in der Milch mit der Nahrung, das eigentlich fette Fleisch enthält mehr, was man mageres Fleisch nennt, enthält weniger Fett, und es zeigt der Unterschied in den beiden Kartoffelsorten, wie groß die Abweichungen in verschiedenen Spielarten derselben Pflanze sind. Man kann diese Zahlen aber als Mittelzahlen betrachten, welche zwischen den äußersten Grenzen liegen. Als constant kann man annehmen, daß die Erbsen, Bohnen, Linsen auf 1 Gew.-Theil plastischen Stoff zwischen 2 bis 3 Gewichtstheile stickstofffreie Substanzen, die Getreidearten, der Weizen, Roggen, die Gerste, der Hafer zwischen 5 bis 6, die Kartoffeln zwischen 8 und 11, der Reis und das Buchweizenmehl 12 bis 13 Gewichtstheile an den letzteren Bestandtheilen enthalten; unter allen Nahrungsmitteln ist das magere Fleisch der Thiere verhältnißmäßig am reichsten an plastischen Bestandtheilen. Von den andern nicht organischen Bestandtheilen abgesehen, enthalten im getrockneten Zustande z. B. 17 Theile Ochsenfleisch ebenosviel plastische Bestandtheile wie 56 Gew.-Theile

Weizenmehl oder wie 67 Roggenmehl, oder 96 Kartoffeln oder 133 Reis.

Bei der Vergleichung dieser Nahrungsmittel hat man zu berücksichtigen, daß sie im natürlichen Zustande eine gewisse Menge Wasser enthalten, welches mit in Rechnung gebracht werden muß; 17 Gew.-Th. trocknes Ochsenfleisch, wobei 7,08 Fett, enthalten im natürlichen Zustande 32 Gew.-Th. Wasser; mit diesem Wassergehalte entsprechen 49 Gew.-Th. frisches Fleisch 66 Th. Weizenmehl (von 15 Proc. Wassergehalt.)

Es ist einleuchtend, daß wir durch Mischung dieser Nahrungsmittel eine der Milch oder dem Weizenbrode ähnliche Zusammensetzung hervorbringen können; durch Zusatz von Speck oder fettem Schweinefleisch zu Erbsen, Linsen oder Bohnen, oder von Kartoffeln zum Ochsenfleisch, von fettem Schinken zum Kalbfleisch, von Reis zum Hammelfleisch vergrößern wir ihren Gehalt an stickstofffreien Materien. Ganz dasselbe geschieht durch geistige Getränke, welche mit magerem Fleisch und wenig Brod genossen, eine der Milch, mit fettem Fleisch, eine dem Reis oder den Kartoffeln in Beziehung auf das Verhältniß stickstofffreier und plastischer Bestandtheile ähnliche Mischung geben.

Es bedarf kaum mehr als einer Hindeutung auf diese Verhältnisse, um sogleich zu der Ueberzeugung zu gelangen, daß der Mensch in der Wahl seiner Speise

(wenn ihm seine Verhältnisse eine Wahl gestatten) und ihrer Mischung von einem untrüglichen Instinkte geleitet wird, welcher auf einem Naturgesetze beruht.

Dieses Naturgesetz schreibt dem Menschen wie dem Thiere feste, aber nach seiner Lebensweise und seinem körperlichen Zustande wechselnde Verhältnisse von plastischen und stickstofffreien Bestandtheilen in seiner Nahrung vor, welche dem Instinktgesetz und der Natur entgegen durch Zwang und Noth geändert werden können; aber dieß kann nicht geschehen, ohne die Gesundheit, die körperlichen und geistigen Thätigkeiten des Menschen zu gefährden.

Die Wissenschaft hat den erhabenen Beruf, dieses Naturgesetz zum Bewußtsein zu bringen, sie soll zeigen, warum der Mensch und das Thier für seine Lebensfunktionen eine solche Mischung in den Bestandtheilen seiner Nahrung bedarf und welches die Einflüsse sind, welche eine Aenderung in dieser Mischung naturgesetzlich bestimmen.

Die Bekanntschaft mit diesem Gesetz erhebt den Menschen in Beziehung auf eine Hauptverrichtung, die er mit dem Thiere gemein hat, über die vernunftlosen Wesen, und gewährt ihm in der Regelung seiner leiblichen, sein Bestehen und seine Fortdauer bedingenden Bedürfnisse einen Schutz, den das Thier nicht bedarf, weil in diesem die Vorschriften des Instinktgesetzes weder

durch Sinnenreiz noch durch einen widerstrebenden verkehrten Willen beherrscht werden.

Die Frage nach den letzten Gründen, worauf dieses Instinktgesetz beruht, welches Menschen und Thiere nöthigt, neben den plastischen Materien, aus denen sich ihre Organe erzeugen, gewisse stickstofffreie Substanzen zu genießen, welche durch ihre Elemente an der Bildung dieser Organe keinen Antheil nehmen, so wie nach der Rolle, welche diese Materien in dem Lebensproceß spielen, beantwortet sich leicht, wenn wir die Bestandtheile des Körpers mit denen der Nahrung vergleichen, und diese letzteren als die Ursachen oder Bedingungen der Wirkungen betrachten, die sie im lebendigen Leibe hervorbringen.

Ein arbeitendes Pferd verzehrt im Jahr 5475 Pfd. Heu und 1642 Pfd. Hafer.*) Ein ausgewachsenes Schwein von 120 Pfd. in derselben Zeit 5110 Pfd. Kartoffeln.**) Von dieser ganzen ungeheuren Quantität von Nahrung, welche bei dem Schweine über 40mal mehr als sein Körpergewicht beträgt, nimmt der Körper dieser Thiere am Ende des Jahres an Gewicht entweder nicht zu, oder wenn sie schwerer werden, so macht die Zunahme

*) Ann. de chim. et de phys. LXXI. 136.

**) Ann. de chim. et de phys. Nouvelle série Tom. XIV. pg. 443.

ihres Körpergewichtes einen Bruchtheil von dem Gewichte ihres Futters aus.

In gleicher Weise verhält es sich mit der Speise des Menschen. In einem erwachsenen Menschen, dessen Körpergewicht sich am Ende des Jahres nicht bemerklich ändert, ist das Verhältniß aller seiner Theile und ihrer Zusammensetzung dasselbe wie am Anfang des Jahres. Die ganze Menge von Speise und Trank, die er in 365 Tagen zu sich nahm, ist nicht dazu verwendet worden, um seine Körpermasse zu vermehren, sondern sie hat dazu gedient, um eine Reihe von Wirkungen hervorzubringen.

Die vierzehn Pfund Kartoffeln, welche das Schwein täglich verzehrte, erzeugten in dessen Leib eine gewisse Quantität von mechanischer Kraft, wodurch die Bewegung seines Blutes, seiner Säfte und Glieder vermittelt wurde, ihre Bestandtheile haben dazu gedient, um den Mechanismus im Gange zu erhalten.

Eine ganz ähnliche Wirkung brachten die vierzehn Pfund Heu und 4½ Pfund Hafer, welche das Pferd täglich verzehrte, in seinem Leibe hervor, mit dem Unterschiede jedoch, daß diese Futtermenge dem Pferde das Vermögen gab, eine gewisse Quantität von mechanischer Kraft nach außen hin zu verwenden. Diese Futtermenge erzeugte in seinem Organismus einen Ueberschuß an Kraft, wodurch seine Glieder die Fähigkeit empfingen,

ohne seine Gesundheit zu gefährden, eine gewisse Summe von Widerständen zu überwinden, d. h. ein gewisses Maas von Arbeit zu verrichten.

In dem Leibe des Menschen brachte das Brod, Fleisch und Gemüse eine gleiche Wirkung wie in dem Pferde hervor, aber neben der mechanischen Kraft, welche die Bewegung seiner inneren Organe und seiner Glieder in der Arbeit bedingte, erzeugte die genossene Speise noch eine gewisse Summe von Wirkungen, die sich als Sinnes- oder Geistesthätigkeiten offenbaren.

Wir wissen, daß bei Enthaltung von Nahrung der Körper des Menschen und aller Thiere in jeder Sekunde ihres Lebens an Gewicht abnimmt, daß die Abnahme oder das Schwinden seiner wichtigsten Organe in einer gegebenen Zeit im Verhältniß steht zu den durch seine Organe oder Glieder in eben dieser Zeit hervorgebrachten Kraft-Wirkungen, daß durch die Speise das Körpergewicht und das Vermögen, neue Kraftwirkungen hervorzubringen, wiederhergestellt wird, daß im Zustand der Ruhe der Mensch oder das Thier weniger Speise bedarf, wie im Zustand der Bewegung und Arbeit, und und daß es nicht gleichgültig ist, von welcher Beschaffenheit die Speise sei, welche der Mensch oder das Thier täglich genießen muß, um die Fähigkeit ungeschmälert wieder zu erlangen, den darauf folgenden Tag die nämliche Arbeit wie am vorhergegangenen zu verrich-

ten, oder die nämlichen Wirkungen durch sein Nervensystem hervorzubringen.

Unzählige seit Jahrtausenden gemachte Erfahrungen haben unzweifelhaft festgestellt, daß die Speisen in Beziehung auf die Erzeugung und Wiederherstellung aller dieser Thätigkeiten höchst ungleich sind, daß das Weizenbrod das Roggenbrod, dieses die Kartoffeln und den Reis, daß das Fleisch der Thiere alle übrigen Nahrungsmittel in Hinsicht auf diese Wirkungen übertrifft, sie haben dargethan, daß ein Pferd mit Kartoffeln ernährt, nicht entfernt die Arbeit verrichten kann, wie bei Heu- und Hafer-Fütterung, und daß zuletzt die täglich verwendbare Arbeitskraft eines Menschen gemessen werden kann durch die Quantität der plastischen Bestandtheile, die er im Brod und Fleisch genießt. *)

Es ist augenscheinlich, die plastischen Bestandtheile

---

*) Die tägliche Ration an Brod, welche ein Soldat empfängt, beträgt in

Frankreich	750	Grammen	(Weizen)
in Belgien	775	„	(Weizen)
in Sardinien	737	„	(Weizen)
in Spanien	670	„	(Weizen)
im südlichen Deutschland	900	„	(1/6 Weizen 4/6 Roggen 1/6 Gerste)
im nördlichen Deutschland und Rußland	1000	„	(Roggen.)

der Nahrung sind die nächsten Bedingungen der Krafterzeugung im Organismus und aller seiner sinnlichen und geistigen Thätigkeiten.

Wir verstehen diese Wirkungen, wenn wir beachten, daß alle Bewegungserscheinungen im Thierorganismus, alle Wirkungen, die er durch sein Gehirn oder seine Glieder hervorbringt, bedingt oder abhängig sind von den geformten Bestandtheilen desselben, daß die formlosen, wie Wasser und Fett, keine vitalen Eigenschaften besitzen, daß sie ihren Ort oder Lage durch eine in ihnen selbst wirkende Ursache nicht zu ändern vermögen.

Wenn aber die in dem Körper eines Menschen oder Thieres erzeugbaren Wirkungen, welche durch die Werkzeuge seiner Sinne, durch sein Gehirn, oder durch die Organe der willkührlichen und unwillkührlichen Bewegung vermittelt werden, von der Anzahl oder Masse ihrer geformten Theile abhängig sind, so ist einleuchtend, daß die Größe oder die Dauer dieser Wirkungen im Verhältniß stehen muß zu der Masse der einzelnen Theile, woraus die Organe bestehen, die Wirkungen des Gehirns müssen im Verhältniß stehen zu der Masse des Gehirns, die mechanischen Wirkungen zu der Masse der Muskelsubstanz.

Mit der Abnahme des mechanischen Apparates der Krafterzeugung und Kraftäußerung, mit dem Schwinden der Substanz der Muskeln und Nerven nimmt die

Fähigkeit ab, mit der Erneuerung und Wiederherstellung der geformten Körpertheile in dem Ernährungsproceß wird die Fähigkeit die nämlichen Kraftwirkungen zum wiederholten Mal hervorzubringen, wiederhergestellt.

Alle diese geformten, Kräfte äußernden, Körpertheile stammen von dem Albumin des Blutes, alles Blutalbumin stammt von den plastischen Bestandtheilen der animalischen oder vegetabilischen Nahrung; es ist klar, die plastischen Bestandtheile der Nahrung, welche in letzter Quelle die Pflanze schafft, sind die Bedinger aller Krafterzeugung, aller Kraftäußerungen, aller Wirkungen, welche der thierische Organismus durch seine Sinne oder seine Glieder hervorbringt.

Ein neuer, wundervoller Zusammenhang erschließt sich dem menschlichen Geiste in diesem Verhältniß der Abhängigkeit des Thieres von der Pflanze.

Die Pflanzen, welche den Thieren zur Nahrung dienen, sind die Erzeuger der plastischen Nahrungsstoffe und damit die Sammler der Kraft; in der Ruhe und im Schlaf kehrt das Thier in den Zustand der Pflanze zurück, die formlosen Bestandtheile seines Blutes werden zu geformten Theilen seiner Gebilde, und indem diese in formlose oder in unorganische Verbindungen zerfallen, kommt die in ihnen aufgespeicherte Kraft in den mannigfaltigsten Wirkungen zur Verwendung: der galvanischen Säule gleich, deren Eigenthümlichkeiten

durch eine gewisse Anordnung ihrer Elemente bedingt ist, und die sich selbst in neuen magnetischen, elektrischen und chemischen Wirkungen verzehrt.

Die Beziehungen der plastischen Bestandtheile der Nahrung zu dem Lebensproceß im Thiere scheinen somit erklärt zu sein; indem durch sie das ursprüngliche Gewicht der verbrauchten und ausgetretenen geformten Körpertheile wiederhergestellt wurde, vermittelten sie die Fortdauer aller lebendigen Thätigkeiten.

Ein Pferd, was mit Kartoffeln ernährt und zur Arbeit genöthigt wird, nimmt an Gewicht ab; ohne Arbeit bleibt sein Körpergewicht unverändert; es ist klar, die Arbeit war ein Verbrauch von Körpertheilen und die in der ganzen Menge der verzehrten Kartoffeln vorhandenen plastischen Bestandtheile reichten zu deren Wiedererzeugung nicht hin; es wurde mehr verbraucht, als durch die genossene Nahrung ersetzbar war, daher die Abmagerung und Schwäche.

Das Pferd hingegen, welches zu seiner Nahrung eine reichliche Menge Heu und Hafer empfing, konnte eine gewisse Summe von Arbeit verrichten, ohne daß den darauf folgenden Tag eine Abnahme an seinem Körpergewicht wahrnehmbar ist; wenn es im Zustande der Ruhe die nämliche Menge Futter empfängt, so wird es schwerer, es nimmt bis zu einer gewissen Grenze an seinem Körpergewicht zu; es ist klar, durch das genossene

Futter wurde in dem Leibe des Pferdes eine gewisse Summe von Kraft erzeugt, welche zur Ueberwindung von äußeren Widerständen oder in dem Leibe selbst verwendbar war. Wurde diese Kraft zur Arbeit verbraucht, so blieb sich sein Körpergewicht gleich; wurde sie in dem Organismus zu vitalen Zwecken verwendet, so nahm dieser in allen seinen Theilen an Masse zu.

Es ergibt sich hieraus, daß die Arbeitskraft eines Thieres in einem bestimmten Verhältniß steht zu dem Ueberschuß an Futter, der im Zustand der Ruhe sein Körpergewicht vermehrt.

Wenn wir das ewige, unwandelbar feste Naturgesetz nicht falsch interpretiren, so kann das Verhältniß der plastischen Nahrung, welche der arbeitende Mensch täglich bedarf, nicht geringer sein, wie das, welches die Natur selbst für die Entwickelung des menschlichen Körpers und für dessen Zunahme in allen seinen Theilen zubereitet, es ist das Verhältniß, wie wir es in der Frauenmilch finden. Die Nahrung des arbeitenden Menschen sollte demnach auf vier Gewichtstheile der nicht stickstoffhaltigen Substanzen einen Gewichtstheil plastischen Nahrungsstoff enthalten.

Dieß will natürlich nichts anders sagen, als was man weiß, seit die Welt und in der Welt die Menschen bestehen, daß das Individuum nämlich, wenn es das

Maas von Arbeit verrichten soll, welches es den Bedingungen gemäß, die in seinem Organismus liegen, verrichten kann, dem Brode eine gewisse Quantität von Fleisch zusetzen muß, daß das Verhältniß der plastischen Bestandtheile in der Nahrung zu den andern, nach der Beschaffenheit seines Körpers zunehmen muß, wenn er mehr als die mittlere Arbeitskraft verwendet, daß er im Zustand der Ruhe ein kleineres Verhältniß an plastischem Nahrungsstoff bedarf.

Es folgt hieraus ferner, daß dem Kinde, welches die Wohlthat entbehrt, die ihm nöthige Nahrung von seiner Mutter zu empfangen, wenn es mit Kuhmilch ernährt wird, die ein größeres Verhältniß an plastischer Nahrung enthält, daß dieser Kuhmilch Milchzucker (Zucker), oder seinem Mehlbrei Kuhmilch zugesetzt werden muß, wie dieß die Erfahrung längst gelehrt hat, um die gleiche Wirkung wie die Muttermilch in seinem Leibe hervorzubringen.*)

Es folgt daraus ferner, was ebenfalls alle Welt weiß, daß, wenn das Kind, oder der Mensch im jugendlichen Alter, durch äußere Verhältnisse genöthigt wird, einen Theil der in seinem Leibe erzeugbaren Kraft nach

---

*) Nach einer Berechnung von Knapp verzehrt ein Soldat nach dem Seite 190 angeführten Verbrauch in seinen Speisen auf 10 Theile plastische 47 Theile stickstofffreie Bestandtheile.

Außen hin in der Arbeit zu verwenden, und dieser Mehrverbrauch an Kraft nicht ersetzt wird durch angemessene Nahrung, oder nicht ersetzbar ist, weil sein Körper nur ein gewisses Quantum von Speise verdauen kann, so muß seine körperliche Entwickelung gestört und aufgehalten werden.

Die bewundernswürdigen Versuche von Boussingault zeigen, daß die Zunahme des Körpergewichtes in der Mästung der Thiere (ähnlich wie der Milchertrag einer Kuh) im Verhältniß steht zu der Menge an plastischen Bestandtheilen in dem täglich verzehrten Futter. Diese Versuche wurden mehrere Monate lang mit Schweinen angestellt, welche in vorzüglichem Grade die Fähigkeit besitzen, die Bestandtheile der Nahrung in Theile ihres Leibes umzuwandeln. Ein Schwein wurde ausschließlich mit Kartoffeln ernährt, durch welche Nahrung es an Gewicht nicht zunahm; es war aber eine Zunahme bemerklich, wenn das Thier Kartoffeln, Buttermilch, Molken und Abfälle aus der Haushaltung erhielt, die stärkste Zunahme fand statt bei Darreichung von Mastfutter, welches täglich aus Kartoffeln (9,74 ℔), gemahlenem Korn (0,90 ℔), Roggenmehl (0,64 ℔), Erbsen (0,68 ℔) und Buttermilch, Molken und Abfällen (0,92 ℔) bestand.

Die Berechnung ergibt, daß das Schwein in die-

sen drei Zuständen folgende Mischungsverhältnisse in seinem Futter empfangen hatte. *)

Verhältniß

der plastischen Bestandtheile zu den stickstofffreien, letztere in Stärkmehl ausgedrückt.

Das Schwein erhielt:		plast. Bestandtheile	stickstofffreie
in der Kartoffelnahrung	auf	10	87
in der gem. Nahrung	„	10	71
in dem Mastfutter	„	10	55

Man bemerkt leicht, daß diese letztere Mischung ein ähnliches Verhältniß von plastischen und stickstofffreien Bestandtheilen enthält, wie die Körnerfrüchte.

Die deutsche Landwirthschaft ist durch die Erfahrung auf ein sehr einfaches Verfahren geführt worden, die Kartoffeln in ein dem obigen und den Körnerfrüchten in ihrer Mischung ganz gleiches Mastfutter zu verwandeln. Dieses Verfahren ist die Grundlage des deutschen landwirthschaftlichen Betriebes; es besteht darin, daß man die stickstofffreien Bestandtheile der Kartoffeln auf einem rein chemischen Wege ganz oder zum größten Theil hinwegnimmt, und daß man den Rückstand der Kartoffeln, welcher alle plastischen Bestandtheile derselben enthält, zur Mästung verwendet. Dieses Verfahren besteht darin, daß die Kartoffeln gequellt und in Gestalt

*) Ann. de chim. et de phys. N. S. T. XIV. p. 119.

eines dünnen Breies mit Gerstenmalz in Berührung gebracht werden, durch dessen Wirkung das Stärkmehl der Kartoffeln in Zucker übergeführt wird. Man versetzt alsdann durch Bierhefe die Kartoffelmaische in Gährung und zerstört in dieser Weise allen vorhandenen Zucker. Durch Destillation der gegohrenen Maische erhält man das Stärkmehl der Kartoffeln in der Form von Branntwein und in dem Rückstande (der sog. Kartoffelschlempe) das geschätzteste Mastfutter.

Die im Auslande verbreitete Meinung, daß der deutsche Landwirth Branntweinbrenner ist, des Branntweins wegen, ist ganz irrig; er brennt Branntwein, um das ihm unentbehrliche Mastfutter auf die ökonomischste Weise zu gewinnen.

Dieß Verfahren der Concentration der plastischen, für die Blut- und Fleischerzeugung bestimmten Nahrungsstoffe, reiht sich den zahlreichen Fällen an, in denen die Experimentirkunst der Theorie vorangeeilt ist. Zuerst hatte man in der That nur die Branntweingewinnung im Auge, dann hat man die Rückstände verwerthen wollen, und zuletzt hat man gefunden, daß durch den Maisch- und Gährungsproceß deren Fähigkeit als Mastfutter zu dienen, zunimmt. Für die Verbreitung dieser Art von Wahrheiten sind die Noth und das Bedürfniß Lehrer, deren Einfluß und Ueberzeugungskraft mächtiger ist, als alle Wissenschaft.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich auf eine zweifellose Weise die Bedeutung der plastischen Nahrungsmittel; indem sie zu Elementen des lebendigen Leibes werden, bedingen sie die Fortdauer aller Lebenserscheinungen.

Wenn wir nun ins Auge fassen, daß der thierische Körper, nicht blos eine Quelle von Kraft und von vitalen Wirkungen, sondern auch ein Apparat von Wärmeerzeugung ist, daß die in dem Leibe eines erwachsenen Menschen täglich erzeugte Wärmemenge hingereicht haben würde, um in einem Jahr zwanzig bis fünfundzwanzig tausend Pfund Wasser von dem Gefrierpunkt bis zum Siedpunkt zu erhitzen; wenn wir uns erinnern, daß die animalische Wärme eine Folge der Verbindung des im Athmungsproceß aufgenommenen Sauerstoffs ist, der sich im Leibe mit gewissen Bestandtheilen der Nahrung oder des Körpers verbindet, und daß die täglich erzeugte Wärmemenge in bestimmtem Verhältniß steht zu der Menge des verbrauchten Sauerstoffs, so gibt die oberflächlichste Beobachtung zu erkennen, daß die Elemente der plastischen Nahrungsstoffe an der Hervorbringung der täglich erzeugten Wärmemenge nur einen sehr untergeordneten Antheil haben konnten.

Vergleichen wir in der That die Menge der täglich verzehrten plastischen Nahrung mit der in derselben Zeit verbrauchten Sauerstoffmenge, so finden wir, daß die

verbrennlichen Elemente der ersteren bei weitem nicht hinreichen, um den in das Blut übergegangenen Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln. Der thierische Körper nimmt weit mehr Sauerstoff auf, ein Pferd fünfmal, ein Schwein sechsmal mehr, als zur vollständigsten Verbrennung der plastischen Nahrung erforderlich wäre.

Wenn demnach die brennbaren Elemente der plastischen Nahrungsstoffe zur Wärmeerzeugung dienten, so würde die ganze Menge, welche ein Pferd in dem Heu und Hafer, ein Schwein in den Kartoffeln täglich verzehrt, nur hingereicht haben, um deren Athmungs- und demzufolge Wärmebildungsproceß, beim Pferde 4½ Stunden, beim Schwein 4 Stunden täglich zu unterhalten, oder sie werden fünf bis sechsmal soviel von diesen Nahrungsmitteln genießen müssen.

Aber selbst in diesem letztern Fall ist es ausnehmend zweifelhaft, ob diese Stoffe ihren Eigenschaften nach unter den Verhältnissen, in denen sie im Organismus dem Sauerstoff dargeboten werden, die dem Leibe nöthige Temperatur hervorgebracht und den Wärmeverlust ersetzt haben würden; denn unter allen organischen Substanzen gehören die plastischen Bestandtheile der Nahrung zu denen, welche die Eigenschaft der Verbrennlichkeit und Wärmeentwicklung im allergeringsten Grade besitzen.

Unter den Elementen des Thierkörpers besitzt der Stickstoff die schwächste Anziehung zum Sauerstoff und was noch weit auffallender ist, er raubt allen verbrennlichen Elementen, mit denen er sich verbindet, mehr oder weniger ihre Fähigkeit, mit dem Sauerstoff eine Verbindung einzugehen d. h. zu verbrennen.

Jedermann kennt die ausnehmende Entzündlichkeit des Phosphors und Wasserstoffs, aber durch ihre Verbindung mit Stickstoff entstehen Körper, denen unter den gewöhnlichsten Verhältnissen die Eigenschaft der Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit völlig abgeht. Der Phosphor für sich entzündet sich schon bei der Temperatur des menschlichen Körpers, er ist leicht oxydirbar durch verdünnte Salpetersäure; der weiße, der Kreide ähnliche Phosphorstickstoff wird erst in der Rothglühhitze und im Sauerstoffgase verbrennlich, ohne fortzubrennen, und wird durch verdünnte Salpetersäure nicht mehr angegriffen. Das Ammoniak, die Wasserstoffverbindung des Stickstoffs enthält in zwei Volum drei Volum Wasserstoff, aber trotz dem großen Gehalte an diesem so leicht entzündlichen und verbrennlichen Bestandtheil, ist das Ammoniakgas durch einen glühenden Körper nicht mehr entzündlich, es brennt selbst in reinem Sauerstoffgas nicht mehr fort. Die meisten Stickstoffverbindungen sind, verglichen mit andern, schwerverbrennlich, sie sind schwerentzündlich und werden nicht zu den Brenn-

stoffen gerechnet, weil sie während der Verbrennung nur einen geringen Wärmegrad entwickeln, welcher nicht hinreicht, um die zunächst liegenden Theilchen auf die Entzündungstemperatur zu bringen. Nur das kohlenstoffreiche Cyan und die Blausäure sind in Gasform entzündlich und brennen angezündet fort.

In ganz ähnlicher Weise verhält sich das Albumin in dem alkalischen Blut; vergleicht man seine Fähigkeit sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, mit der, welche die stickstofffreien Verbindungen Milchzucker, Traubenzucker und Fett besitzen, so steht es zu diesen in einem ähnlichen Verhältniß, wie etwa Silber zum Eisen, und wenn wir die Bestandtheile des thierischen Körpers nach ihrer Verbrennlichkeit, wie die Metalle, in edle und unedle ordnen wollten, so bestehen die geformten Theile desselben aus den edelsten, welche die organische Natur hervorbringt.

Ueberall, wo es den blöden Sinnen des Menschen vergönnt ist, einen Blick in die Tiefe der Schöpfung zu werfen, erkennt er die Größe und Weisheit des Urhebers der Welt; das größte Wunder, was er zu begreifen fähig ist, dieß sind die unendlich einfachen Mittel, durch deren Zusammenwirken die Ordnung im Weltall wie im Organismus erhalten, und das Leben und die Fortdauer der organischen Wesen gesichert ist. Ohne den mächtigen Widerstand, welchen die stickstoffhaltigen Be-

standtheile des Thierkörpers, ihrer eigenthümlichen Natur gemäß, vor allen andern der Einwirkung der Atmosphäre entgegenzusetzen vermögen, würde das organische Leben nicht bestehen.

Wenn das aus den plastischen Nahrungsstoffen entstehende Blutalbumin im größeren Grade das Vermögen besäße, die Respiration zu unterhalten, so würde es vollkommen unfähig für den Ernährungsproceß sein. Wäre das Albumin für sich zerstörbar oder veränderlich durch den eingeathmeten Sauerstoff, in dem Kreislauf des Blutes, so würde der verhältnißmäßig kleine Antheil, welcher täglich den Blutgefäßen durch die Verdauungsorgane zugeführt wird, sehr rasch verschwinden, die geringste Störung in der Funktion der letzteren würde dem Leben eine Grenze setzen müssen.

Solange das Blut neben dem Albumin noch Materien enthält, die es in seiner Verwandtschaft zum Sauerstoff übertreffen, so lange wird der Sauerstoff keine zerstörende Wirkung auf diesen Hauptbestandtheil des Blutes ausüben können, und die Bedeutung der stickstofffreien Bestandtheile der Nahrung ist damit erklärt.

Das Stärkmehl, der Zucker, das Fett, sie dienen zum Schutze der Organe und, in Folge der Verbindung ihrer Elemente mit dem Sauerstoff, zur Erhaltung der Temperatur des Körpers.

Die Schwefel- und Stickstoffhaltigen Bestandtheile

der Nahrung vermitteln die Fortdauer der Kraftwirkungen, die stickstofffreien dienen zur Wärmeerzeugung; die ersteren sind die Formbildner und Krafterzeuger, die andern unterhalten den Respirationsproceß, es sind Respirationsmittel.

Die Nothwendigkeit des gleichzeitigen Vorhandenseins der plastischen und der Respirationsmittel und ihrer richtigen Mischung in der Nahrung ist hiernach einleuchtend. Die Summe beider, welche der Körper täglich bedarf, ist abhängig von der aufgenommenen Sauerstoffmenge, ihr relatives Verhältniß ist abhängig von dem Wärmeverlust und von dem Verbrauch an Kraft.

Bei gleichem Kraftverbrauch in der Arbeit bedarf der Mensch im Sommer ein kleineres Verhältniß an Respirationsmitteln, als im Winter, im Süden weniger als im Norden, und wenn der Mensch dem Gewichte nach, gleiche Quantitäten davon in verschiedenen Jahreszeiten oder Klimaten genießt, so sind diese, in dem einen Fall, wie die organischen Säuren und der Zucker, reicher an Sauerstoff, in dem andern, wie der Thran und Speck des Polarländers, reicher an verbrennlichen Elementen.

Weder die Bildung der Organe aus den Bestandtheilen des Blutes, noch ihre Verwendung zu Kraftwirkungen kann gedacht werden, ohne die Gegenwart der stickstofffreien Materien. Wir finden in dem Hühnerei auf 10 Theile Albumin 15 Theile stickstofffreie

Substanz (Fett in Stärkmehl ausgedrückt), von welcher der größte Theil während der Bebrütung verschwindet. Durch die Verbindung der Bestandtheile des Fettes mit dem Sauerstoff der Luft wurde eine gewisse Wärmemenge entwickelt und die Wirkung der Bebrütungswärme unterstützt, es wurde Kohlensäure und Wasser gebildet, und durch letzteres das verdunstende Wasser zum Theil ersetzt; durch die Gegenwart des Fettes wurde zuletzt die Wirkung des Sauerstoffs im Gleichgewichte gehalten und auf das richtige Maas seines zu Erzeugung der Gebilde nöthigen Antheils zurückgeführt. Das athmende Thier verbraucht aber eine weit größere Menge Sauerstoff, als zu gleichen Zwecken das Ei während seiner Bebrütung, und es muß demgemäß die Menge der stickstofffreien Bestandtheile seiner Nahrung im Verhältniß zu diesem Mehrverbrauch an Sauerstoff stehen. Man kann vielleicht hieraus schließen, daß das Verhältniß der stickstofffreien zu den plastischen Stoffen im Hühnerei, das Minimum ist, welches die warmblütigen Thiere in Beziehung auf den Gehalt an diesen letzteren in ihrer Nahrung bedürfen.

Der Milchzucker und Traubenzucker (der sich aus dem Stärkmehl und Rohrzucker in dem Verdauungsprocesse bildet) verschwinden im Blute mit ganz außerordentlicher Schnelligkeit, so daß es nur in sehr wenigen Fällen gelungen ist, diese Materien im Blute nachzuweisen. In

gleicher Weise verschwindet in einem Menschen oder Thiere, dessen Gewicht sich von Tag zu Tag nicht ändert, das täglich genossene Fett.

Wenn der Nahrung der Thiere eine größere Menge Fett zugesetzt wird, als dem eingeathmeten Sauerstoff entspricht, so häuft sich dieser Ueberschuß in Zellen an, deren Hüllen aus der nämlichen Substanz bestehen, welche den Hauptbestandtheil der Membranen und der Knochen ausmacht. Wenn die Bestandtheile des Blutes oder der Nahrung für diese Zellenbildung nicht ausreichen, so wird die Substanz der Muskeln dazu verbraucht, das Thier gewinnt an Fett und nimmt ab an Fleisch; über diesen Punkt hinaus häuft sich bei den Gänsen z. B. das Fett im Blute an, es tritt Krankheit, zuletzt der Tod ein. (Persoz in Ann. de chim. et de phys. T. XIV p. 417. N. S.)

Wenn die Thiere in ihrer Nahrung ein größeres Quantum von plastischen und stickstofffreien (nicht fetten) Nahrungsstoffen genießen, als zur Unterhaltung ihres Lebens- und Athmungsprocesses erforderlich ist, so häufen sich die plastischen Bestandtheile in der Form von Fleisch und Zellgewebe an, die stickstofffreien (Zucker, Milchzucker rc.) verwandeln sich in Fett.

Diese wichtige Thatsache, daß der aus dem Stärkmehl der Körnerfrüchte, der Kartoffeln, der Samen der Leguminosen in der Verdauung entstehende

Zucker bei ausreichendem Material für die Zellenbildung, im Leibe der Thiere in Fett übergeführt wird, ist durch die Versuche von Persoz und Boussingault (a. a. O. S. 419) außer Zweifel gestellt.

Es ist bereits hervorgehoben worden, daß Traubenzucker und Milchzucker eine der Kohlensäure ähnliche Zusammensetzung besitzen; auf ein Aeq. Kohlenstoff enthält die Kohlensäure zwei Aeq. Sauerstoff, der Trauben- und Milchzucker enthalten auf dieselbe Menge Kohlenstoff ebenfalls zwei Aequivalente, nämlich ein Aeq. Sauerstoff und an der Stelle des zweiten Aeq. Sauerstoffs ein Aequivalent Wasserstoff. Die Ueberführung des Zuckers in Kohlensäure besteht demnach in letzter Form in einer Wasserbildung; der im Athmungsproceß aufgenommene Sauerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoff des Zuckers zu Wasser, und wenn der Platz des ausgetretenen Wasserstoffs eingenommen wird von dessen Aequivalent Sauerstoff, so geht der Zucker rückwärts gerade auf in Kohlensäure über. Nach dieser Vorstellung findet in dem lebendigen Körper keine eigentliche Verbrennung des Kohlenstoffs statt, sondern die Kohlensäure wird durch einen sogenannten Substitutionsproceß, in diesem Fall Verwesungsproceß, aus einem an Wasserstoff reichen Körper gebildet, dessen Wasserstoff oxidirt und hinweggenommen und durch ein oder mehrere Aequivalente Sauerstoff ersetzt wird.

Die nächste Bedingung der Fettbildung, oder der Ablagerung der verbrennlichen Elemente der Respirationsmittel im Zellgewebe des Körpers, ist Mangel an Sauerstoff; wäre dessen Menge zureichend gewesen, um den Kohlenstoff und Wasserstoff derselben in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln, so würden diese Elemente wieder ausgetreten sein; kein Theil derselben hätte sich in der Form von Fett in dem Körper anhäufen können.

Die Bekanntschaft mit den Erscheinungen der Gährung verstattet uns einen Blick in die Vorgänge, durch welche im Leibe der Thiere der sauerstoffreiche Zucker in das sauerstoffarme Fett übergeführt wird.

Die Gährung ist stets in ihrem Resultate eine Spaltung eines zusammengesetzten Atoms in eine sauerstoffreiche und in eine sauerstoffarme Verbindung; indem sich in der Alkoholgährung eine gewisse Quantität von Sauerstoff von den Elementen des Zuckers in der Form von Kohlensäure trennt, erhalten wir den brennbaren, leichtentzündlichen, sauerstoffarmen Alkohol; durch Austreten von Kohlensäure und einer gewissen Menge Wasser erhalten wir aus denselben Zuckerarten das Fuselöl, welches in seinen physikalischen Eigenschaften den Fetten noch weit näher steht; wenn die Abscheidung der Kohlensäure von dem Zucker begleitet ist von der Trennung einer gewissen Menge Wasserstoff, so erhalten wir die Buttersäure, eine wahre fette Säure.

Ganz gleiche Bedingungen setzt die Entstehung des Fettes in dem thierischen Organismus voraus; wir betrachten die Fettbildung als die Folge zweier Processe, welche gleichzeitig nebeneinander vor sich gehen, der eine ist ein unvollkommener Oxydations- (Verwesungs-) Proceß, durch welchen eine gewisse Menge Wasserstoff, der andere ist ein Spaltungs- (Gährungs-) Proceß, durch welchen eine gewisse Menge Sauerstoff in der Form von Kohlensäure sich von den Elementen des Zuckers trennt. (s. d. Thierchemie S. 102.)

Die Meinung, daß diese Umwandlung vermittelt werde durch ein Ferment in der Leber, welches gegen den Zucker in der Fettbildung sich ähnlich verhält wie der Speichel gegen das Stärkmehl, oder wie die Magenschleimhaut in der Verdauung, daß also die Leber der Sitz dieses Processes sei, ist nicht unwahrscheinlich, sie bedarf aber einer näheren Begründung. *)

Alle Nahrungsstoffe der Thiere und Menschen ent-

---

*) Wenn man eine frische Kalbsleber in Stücke schneidet und mit Wasser bedeckt einer Temperatur von 37 — 40° C. aussetzt, so stellt sich nach 4—5 Stunden ein merkwürdiger Gährungsproceß ein; die Leber bedeckt sich mit einer Menge Blasen eines Gases welches zum großen Theil aus Wasserstoffgas besteht; beim in die Höhe steigen läßt sich jede einzelne Blase an der Oberfläche entzünden. In einem offenen Gefäße bemerkt man in den ersten Stunden der Gährung keinen

halten stets und unter allen Umständen eine gewisse Quantität von Fetten, oder den Fetten in ihrem Verhalten ähnlichen Substanzen; das Fleisch der wilden Thiere ist in der Regel fettlos.

In allen denjenigen Fällen, in welchen das Körpergewicht und der Fettgehalt des Körpers unverändert bleibt, kann deshalb vorausgesetzt werden, daß Fett, Zucker, Stärkmehl ausschließlich für die Respiration und die letzteren nicht zur Fettbildung verwendet werden. Die Bildung von Fett über die Grenze hinaus, in welcher es der Thierkörper zur Vermittelung der plastischen Processe bedarf, oder die Ablagerung von Fett in der Mästung, ist stets die Folge eines Mißverhältnisses in dem Athmungs- und Ernährungsproceß, und eher ein Zeichen eines krankhaften als eines normal gesunden Zustandes. Die Natur hat die stickstofffreien Nahrungsmittel zur Unterhaltung der Wärmequelle im Thierkörper bestimmt und alle Nahrung finden wir aufs weiseste für diesen Zweck gemischt; sie hat den Organismus mit dem Vermögen begabt, eine jede Störung der Lebensfunktionen durch Anhäufung von verbrenn-

---

fauligen Geruch. Es ist hiernach offenbar, daß die Leber eine Substanz enthält, welche in einem gewissen Zustande der Zersetzung in ein Ferment übergeht, kräftig genug um Wasser zu zersetzen, dessen Sauerstoff in Beschlag genommen wird.

lichen Substanzen im Blute auf ein Minimum von Schädlichkeit zurückzuführen; indem diese Stoffe in Fett umgewandelt, vom Blute abgesondert, und außerhalb des Blutgefäßsystems, geeignet für eine künftige Verwendung, abgelagert werden, behält das Blut seine normale Mischung. Durch die Abscheidung der verbrennlichen Elemente wird dem Mangel an dem für andere vitale Zwecke unentbehrlichen Sauerstoff im Blute vorgebeugt und ein Gleichgewichtszustand hergestellt.

Die Thatsache, daß auch die plastischen Nahrungsmittel in gewissen Zersetzungsprocessen, wie in der Fäulniß, beinahe gerade auf in Ammoniak und fette Säuren (Buttersäure und Valeriansäure) zerfallen, schließt die Meinung nicht aus, daß auch diese Materien zur Erzeugung von Fett im Thierorganismus unter gewissen Umständen dienen können. Bedeutungsvoll für die Fettbildung im lebendigen Körper scheint es jedenfalls zu sein, daß die Bildung von fetten Säuren, von Buttersäure z. B. aus stickstofffreien Materien außerhalb des Körpers nur durch solche Fermente bewerkstelligt werden kann, deren Elemente sich im Zustande der Buttersäurebildung selbst befinden, und es ist nicht ganz unwahrscheinlich, daß auch in dem lebendigen Körper zwischen den plastischen und stickstofffreien Stoffen in der Fettbildung eine ähnliche Beziehung besteht.

Gleiche Gewichte der verschiedenen Respirationsmit-

tel enthalten höchst ungleiche Mengen von brennbaren Elementen, wie folgende Uebersicht anschaulich macht:

	Traubenzucker.	Rohrzucker.	Stärkmehl.	Alkohol.
Kohlenstoff	40,00	42,10	44,44	52,18
Wasserstoff	6,66	6,43	6,17	13,04
Sauerstoff	53,34	51,47	49,39	34,78
	100,00	100,00	100,00	100,00

Der Kohlenstoff und Wasserstoffgehalt der fetten Körper ist weit größer; Olivenöl z. B. enthält 77 Proc., Schweineschmalz und Hammelstalg, 79 Proc. Kohlenstoff und 11 bis 12 Proc. Wasserstoff, alle andern Fette haben eine zwischen diesen beiden stehende Zusammensetzung.

Da nun die Fähigkeit dieser Körper, durch ihre Verbindung mit dem Sauerstoff, Wärme zu entwickeln, abhängig ist von der Menge von brennbaren Elementen, die sie in gleichen Gewichten enthalten, und die Menge des zu ihrer Verbrennung nöthigen Sauerstoffs in demselben Verhältnisse wie diese steigt, so läßt sich ihr relativer Wärmeerzeugungswerth oder Respirationswerth annäherungsweise leicht berechnen. Die folgende Tabelle enthält die verschiedenen Respirationsmittel in einer Reihe geordnet; die Zahlen drücken aus, wie viel dem Verhältniß nach von denselben nöthig ist, um eine gegebene Menge Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln, oder annäherungsweise, wie viel man von denselben genießen muß, um bei demselben Sauerstoff=

verbrauch gleiche Zeiten hindurch den Körper auf einerlei Temperatur zu erhalten.

100 Fett,

240 Stärkmehl,

249 Rohrzucker,

263 Traubenzucker, Milchzucker,

266 Branntwein von 50 Proc. Alkoholgehalt,

770 frisches, fettloses Muskelfleisch.

Es ist hiernach einleuchtend, daß 1 Pfund Fett in Beziehung auf den Athmungsproceß dasselbe leistet, wie $2^2/_5$ Pf. Stärkmehl oder wie $2^1/_2$ Pf. Rohrzucker oder wie $7^7/_{10}$ Pf. Muskelfaser.

Das Fett ist unter allen das beste, die Muskelfaser erscheint als das schlechteste Respirationsmittel. Bei der Berechnung des Respirationswerthes der Muskelfaser ist angenommen worden, daß das genossene Muskelfleisch im Leibe in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser verwandelt werde. Diese Voraussetzung ist nur zu einem Theile wahr; denn in dem Harn und den Absonderungen des Darmkanals in den Faeces treten noch andere Stickstoffverbindungen aus, welche ein weit größeres Verhältniß von Kohlenstoff wie der Harnstoff enthalten; der in der Form einer Stickstoffverbindung austretende Kohlenstoff nimmt jedenfalls an der Wärmeerzeugung im Körper nur einen sehr geringen Antheil.

Die plastischen Nahrungsstoffe enthalten Stickstoff und Kohlenstoff im Verhältniß wie 1:8 Aeq.; enthielte der Harn nur Harnstoff so würde der Harn in der Analyse auf 1 Aeq. Stickstoff nur 1 Aeq. Kohlenstoff liefern dürfen; aber in seinen Versuchen über den Ernährungsproceß des Pferdes und der Kuh erhielt Boussingault in dem Pferdeharn Stickstoff und Kohlenstoff im Verhältniß wie 1:6,6, im Kuhharn das Verhältniß wie 1:16.*) (Ann. de chim. et de phys. LXXI. p. 122). Die Excremente eines Schweins (Harn und Faeces zusammengenommen), welches Kartoffeln als Futter erhalten hatte, enthielten, nach Abrechnung der Holzfaser der Kartoffeln, Stickstoff und Kohlenstoff im Verhältniß von 1:10. Auf diese Thatsachen ließe sich vielleicht der Schluß begründen, daß die brennbaren Elemente der plastischen Nahrungsmittel bei vielen Thieren entweder gar nicht oder nur zu einem sehr kleinen Theil durch Haut und Lunge aus dem Körper treten und daß ihnen an der Erzeugung der thierischen Wärme kaum ein Antheil beigemessen werden kann.

---

*) In besonders zu diesem Zwecke hier angestellten Analysen wurde im Pferdeharn auf 1 Aeq. Stickstoff, 5 Aeq., im Kuhharn 8 Aeq. im Menschenharn 1,8 Aequivalente Kohlenstoff gefunden.

Siebenundzwanzigster Brief.

In den beiden vorhergehenden Briefen ist gewissen Bestandtheilen der Samen, Wurzeln, Knollen, der Kräuter, Früchte und des Fleisches das Vermögen zugeschrieben worden, die Processe der Ernährung und Athmung zu unterhalten, und es wird als ein sehr auffallender Widerspruch erscheinen, daß keine der genannten Substanzen, weder der Kässtoff für sich, noch die Substanz der Muskelfaser, das Albumin der Eier oder des Blutes, noch die entsprechenden Pflanzenstoffe, die plastischen Processe, daß das Stärkmehl, der Zucker, das Fett, den Respirationsproceß zu unterhalten vermögen, ja was noch mehr Erstaunen erregen dürfte, daß diesen Substanzen mit einander gemengt, in welchen Verhältnissen es auch sei, ohne die Mitwirkung gewisser anderer Materien, die Eigenschaft der Verdaulichkeit abgeht, so zwar, daß sie bei Ausschluß dieser andern Bedingungen gänzlich unfähig sind, die Fortdauer des Lebens und der Lebenserscheinungen zu vermitteln.

In den zahlreichen von Physiologen und Chemikern

angestellten Versuchen, Thiere mit diesen Substanzen, für sich oder gemengt, zu ernähren, starben alle nach kürzerer oder längerer Zeit mit den Erscheinungen, welche den Hungertod begleiten; nach wenigen Tagen schon war selbst der quälendste Hunger nicht vermögend, diese Thiere dahin zu bringen, die vorgelegte Speise zu fressen, indem die bereits gewonnene Erfahrung und der im Anfang betrogene Instinkt ihnen sagte, daß die Aufnahme dieser Nahrungsstoffe in ihren Magen für den Ernährungszweck ebenso gleichgültig sei, als wenn sie Steine genössen.

Auf der andern Seite ist es eine seit Jahrtausenden bewährte Thatsache, daß Fleisch und Brod für sich oder mit einander gemengt, so wie die Milch der Thiere, das Leben, ohne weitere Mitwirkung irgend eines andern Stoffes, in voller Energie zu erhalten vermögen, und es folgt hieraus von selbst, daß diese Nahrungsmittel, sowie die Pflanzen und Pflanzentheile, welche das Gras und Körner fressende Thier genießt, diejenigen andern Bedingungen in dem richtigen Verhältnisse enthalten müssen, deren Gegenwart und Mitwirkung unerläßlich nothwendig für den Verdauungs- und Ernährungsproceß ist.

Diese nothwendigen Vermittler der organischen Processe, durch welche die plastischen Nahrungsmittel und die Respirationsmittel diejenigen Eigenschaften er-

langen, die sie geschickt und geeignet zur Erhaltung des Lebens machen, sind **die unverbrennlichen Bestandtheile oder die Salze des Blutes.**

Die unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes aller Thiere sind von einerlei Natur und Beschaffenheit; von den zufälligen oder wechselnden abgesehen, enthält das Blut stets und unter allen Umständen gewisse Mengen von **Phosphorsäure**, von **Alkalien**, (Kali, Natron), **alkalischen Erden** (Kalk, Bittererde), Eisen in oxydirtem Zustande und **Kochsalz** (Chlornatrium.)

Alle diese Materien waren, ehe sie zu Bestandtheilen des Blutes wurden, Bestandtheile der Speisen, welche der Mensch, oder des Futters, welches das Thier genoß. Wenn es nun wahr ist, daß diese Substanzen einen bedingenden und nothwendigen Antheil an den Vorgängen nehmen oder genommen haben, um die Bestandtheile der Speisen zu Bestandtheilen des Leibes zu machen, so folgt von selbst, daß keine Art von Nahrung das Leben wird erhalten können, worin diese Stoffe fehlen, daß alle Nahrungsstoffe der Menschen und Thiere, welche die volle Ernährungsfähigkeit besitzen, diese Materien in den zur Blutbildung geeigneten Verhältnissen enthalten müssen, und daß wir der Nahrnng ihre Fähigkeit zur Blutbildung nehmen können, wenn wir ihr diese Vermittler ihrer Eigenthümlichkeiten entziehen.

Für die Richtigkeit dieser Schlüsse hat die analytische

Chemie die strengsten Beweise geliefert, indem sie gezeigt hat, daß die Rüben, Kartoffeln, die Kräuter, welche das pflanzenfressende Thier genießt, die nämlichen unverbrennlichen Bestandtheile, sehr nahe in demselben Verhältnisse wie ihr Blut enthalten.*) Die Bestandtheile der Asche des Blutes der Körner-fressenden Thiere sind identisch mit der Asche der Kornfrüchte; die unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes der Menschen und Thiere, welche gemischte Nahrung genießen, sind die Aschenbestandtheile des Brodes, Fleisches und der Gemüse. Das Fleisch-fressende Thier enthält in seinem Blute die Aschenbestandtheile des Fleisches.**)

---

*) Asche von	Schaafblut (Dr. Verdeil.)	Ochsenblut. (Dr. Stölzel.)	Weiskraut. (Stammer.)	Weiße Rüben. (Stammer.)	Kartoffel. (Dr. Griepenkerl.)
Phosphorsäure	14,80	14,043	13, 7	14,18	16,83
Alkalien	55,79	59, 97	49,45	52,00	55,44
Alkalische Erden	4,87	3, 61	14,08	13,58	6,74
Kohlensäure	19,47	18, 85	12,42	8,03	12,00

Die Aschen sind in Procenten nach Abzug des Kochsalzes und Eisens berechnet, das an 100 fehlende sind zufällige Bestandtheile wie Schwefelsäure, Kieselerde 2c.

**) Asche von	Hundeblut [1]). (Dr. Verdeil.)	Ochsenfleisch [2]). (Dr. Stölzel.)	Schweineblut. (Dr. Strecker)	Erbsen. (Will u. Fresenius.)	Hühnerblut. (Dr. Henneberg.)	Roggen. (Will und Fresenius.)
Phosphorsäure	36,82	42,03	36,5	34,01	47,26	47,29
Alkalien	55,24	43,95	49,8	45,52	48,41	37,21
Alkalische Erden	2,07	6,17	3,8	9,61	2,22	11,60
Kieselerde, Schwefelsäure	5,87	7,85	9,9	10,86	2,11	3,90

[1]) Nahrung mit Fleisch — [2]) Mit Erbsen und Kartoffeln.

Das Blut aller Thiere besitzt unveränderlich eine alkalische Beschaffenheit, welche von einem freien unverbrennlichen Alkali herrührt.

Alle Nahrungsmittel, welche für sich, wie Brod und Fleisch, oder gemengt mit Vegetabilien den Proceß der Blutbildung und Ernährung zu unterhalten vermögen, enthalten Kohlensäure oder Phosphorsäure und Alkalien, die beiden letzteren in einem solchen Verhältniß, daß, wenn wir uns diese Bestandtheile in Auflösung denken, die Alkalien unveränderlich vorwalten.

Daß dieses freie Alkali in dem Blutbildungsproceß und in den Funktionen des Blutes eine nothwendige Rolle übernimmt, sehen wir unverkennbar aus den bereits erwähnten Versuchen der französischen Akademiker, denn die Hunde, welche mit Thierfibrin, mit Kässtoff,*) mit ausgekochtem und ausgepreßtem Muskelfleisch ernährt, den Hungertod starben, empfingen in diesen Nahrungsstoffen eine für die Blutbildung bei weitem nicht zureichende Menge von Alkalien. Das ausgepreßte Muskelfleisch enthält Phosphorsäure und Alkalien in einem solchen Verhältniß, daß, in Lösung gedacht, die Phosphorsäure und nicht das Alkali vorwaltet; wenn beide gleichzeitig zu Bestandtheilen des

*) Der mit Lab gefällte Käse (Schweizerkäse) enthält nach der Analyse von Johnston auf 45 Th. Phosphorsäure nur 13,48 Alkalien und 41 Th. Kalk und Bittererde.

Blutes werden könnten, so würde das Blut eine saure und nicht eine alkalische Beschaffenheit annehmen.

Eine saure Beschaffenheit des Blutes erscheint aber bei näherer Betrachtung völlig unverträglich mit den Funktionen, welche das Blut in dem Ernährungs- und Athmungsproceß übernimmt. Das freie Alkali ertheilt der Blutflüssigkeit eine Menge sehr merkwürdiger Eigenschaften; durch das Alkali werden die Hauptbestandtheile des Blutes in ihrer flüssigen Beschaffenheit erhalten; die ausnehmende Leichtigkeit, mit welcher sich das Blut durch die feinsten Gefäße bewegt, verdankt es der geringen Durchdringlichkeit der Gefäßwände für die alkalische Flüssigkeit. Das freie Alkali im Blute wirkt als Widerstand gegen eine Menge Ursachen, welche bei Abwesenheit des Alkalis das Albumin zum Gerinnen bringen; je mehr Alkali das Blut enthält, desto höher steigt der Gerinnungspunkt des Albumins, bei einem gewissen Verhältniß von Alkali gerinnt es nicht mehr durch die Hitze. Von dem Alkali hängt die merkwürdige Fähigkeit der Blutflüssigkeit ab, die Oxide des Eisens, welche Bestandtheile des Blutfarbstoffs sind, so wie andere Metalloxide zu völlig klaren Flüssigkeiten zu lösen.

Eine besonders wichtige Rolle übernimmt das freie Alkali in dem Athmungs- und Secretionsproceß, die wir bei Betrachtung des Harns näher beleuchten wollen.

Die Bedeutung der Phosphorsäure für den Lebens-

proceß ist in die Augen fallend, wenn wir beachten, daß diese Säure einen nie fehlenden Bestandtheil aller geformten Theile des thierischen Körpers ausmacht; die Substanz der Muskelfaser, das Blutfibrin, die Gewebe der Lunge, Leber und Nieren enthalten in chemischer Verbindung eine gewisse Menge Phosphorsäure. Die unverbrennlichen Bestandtheile der Flüssigkeiten des Fleisches sind bei allen Thieren von einerlei Natur und Beschaffenheit, sie bestehen aus phosphorsauren Alkalien, phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde. Die Knochen der Wirbelthiere enthalten als unverbrennlichen Bestandtheil über die Hälfte ihres Gewichts an phosphorsaurem Kalk und Bittererde. Die Gehirn und Nervensubstanz enthalten eine mit einem Fette oder einer fetten Säure gepaarte Phosphorsäure, die letztere zum Theil in Verbindung mit einem Alkali.*)

*) Asche von	Freie Phosphorsäure	Phosphorsaure Alkalien.	Phosphorsaure Erden.
Pferdefleisch (Dr. Weber.)	2,62	80,96	16,42
Ausgelaugtes Ochsenfleisch. (Dr. Keller.)	17,23	48,06	26,26
Ochsenhirn. (Dr. Breed.)	16,57	74,41	9,02
Eigelb. (Dr. Poleck.)	36,74	27,25	34,70

Die phosphorsauren Salze sind nach der Formel PO_5, 2MO berechnet. Das Pferdefleisch war vom Vorderarm eines mageren Pferdes, vom Blute durch Ausspritzen der Arteria brachialis vollkommen befreit.

Die in diesen Gebilden enthaltene Phosphorsäure stammt vom Blute. Das Blut enthält unter allen Umständen eine gewisse Menge Phosphorsäure.

Es ist auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft noch nicht möglich, eine ganz bestimmte Ansicht über die Art und Weise der Mitwirkung der Phosphorsäure in dem organischen Proceß zu äußern und wir müssen uns begnügen, ihre Nothwendigkeit für die vitalen Vorgänge aus ihrem constanten Vorhandensein in allen Flüssigkeiten und geformten Theilen des Thierkörpers zu erschließen. *)

*) Einige Thatsachen scheinen dafür zu sprechen, daß die Phosphorsäure und ihre sauren Erdsalze mit dem Albumin, der Substanz der Membranen, wahre chemische Verbindungen einzugehen vermögen, und daß viele Eigenthümlichkeiten der Letzteren, namentlich ihre Unlöslichkeit in Wasser und in alkalischen Flüssigkeiten, davon abhängig sind. Wenn man z. B. Milch mit einer verdünnten Säure vorsichtig bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction versetzt und zum Sieden erhitzt, so tritt eine Gerinnung wie beim Eiweis ein. Der in dieser Weise gefällte Käsestoff unterscheidet sich aber von dem reinen Käsestoff sehr wesentlich durch seine Unlöslichkeit in alkalischen Flüssigkeiten; in gleicher Weise verhält sich der aus Milch durch Lab coagulirte Käsestoff; es sind Verbindungen des Käsestoffs mit phosphorsauren Erdsalzen (Kalk und Bittererde), oder wenn man den sogenannten reinen Kässtoff als eine mit Phosphorsäure gepaarte Säure betrachtet, so ist der unlösliche Kässtoff das coagulirte Kalk- oder Bittererdesalz dieser Säure. An dem Gestehen oder dem Gelatiniren des gewöhnlichen Leims hat der in chemi-

Wenn wir uns den thierischen Organismus in zwei Theile getheilt denken, so zeigt die Beobachtung, daß die darin vorgehenden Processe in dem einen Theil durch die Mitwirkung einer vorherrschenden alkalischen Base, in dem andern durch die einer freien Säure vermittelt werden.

Alle geformten, festen Theile enthalten alkalische Basen und Phosphorsäure, in einem solchen Verhält-

---

scher Verbindung darin vorhandene phosphorsaure Kalk einen ganz bestimmten Antheil. Man weiß, daß man durch anhaltendes Sieden der thierischen Häute und Knochen eine Leimauflösung erhält, welche beim Erkalten zu einer festen Gallerte gerinnt; wenn diese Gallerte in ihrer Lösung für sich oder mit Alkalien versetzt längere Zeit im Sieden erhalten wird, so verliert sich ihre Eigenschaft zu gelatiniren, und zwar geschieht dies unter Abscheidung von phosphorsaurem Kalk.

Das ganz eigenthümliche Verhalten des Blutfibrins gegen Salzsäure ist S. 354 hervorgehoben worden. Wenn das in der salzsauren Flüssigkeit gallertartig aufgequollene Blutfibrin damit zum Sieden erhitzt wird, so löst es sich zu einer filtrirbaren Flüssigkeit auf, in welcher sich jetzt Phosphorsäure und Kalk durch Reagentien nachweisen lassen, und mit der Trennung dieser beiden Körper von dem organischen Bestandtheil wird das Blutfibrin ganz wie die Leimsubstanz in kaltem Wasser löslich; es ist wahrscheinlich, daß das Gerinnen des Albumins, des Blutserums und der Eier in der Hitze auf dem Austreten von Alkali und auf der Bildung einer neuen, im Wasser verdünnten Säuren und Alkalien in der Kälte unlöslichen Verbindung des Albumins mit Phosphorsäure und Kalk beruht.

nisse, daß wenn beide mit einander verbunden gedacht werden, die Phosphorsäure vorwaltet (S. die Note S. 501).

Das Blut enthält vorwaltend ein unverbrennliches Alkali; aber auch die Lymphe und der Chylus besitzen eine alkalische Reaction, und es scheint hieraus hervorzugehen, daß von dem Alkali nicht blos gewisse Eigenschaften, sondern auch die Bildung und Erzeugung des Blutes abhängig sind.

Die Bildung und Erzeugung der geformten Theile des Körpers kann ohne vorwaltende Phosphorsäure nicht gedacht werden.

Einen ähnlichen Gegensatz beobachten wir im Ei; das Eiweis des Hühnereis enthält unter seinen unverbrennlichen Bestandtheilen vorwaltend eine alkalische Basis, der Dotter freie Phosphorsäure. (Siehe die Note S. 501.)

Wenn wir die unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes der Gras-, Körner- und Fleisch-fressenden Thiere mit einander vergleichen, so beobachten wir in dem Verhältnisse der Alkalien zur Phosphorsäure ganz außerordentliche Abweichungen.

Das Blut des Schweines und Hundes enthält 36 Proc., das des Huhns über 40 Proc., das des Ochsen und Schaafs nicht über 14 bis 16 Proc. Phosphorsäure. (Siehe die Note S. 498.)

Wie lassen sich, kann man fragen, so große Verschie-

denheiten in Uebereinstimmung bringen mit den constanten Funktionen des Blutes? Wenn die unverbrennlichen Bestandtheile des Ochsenblutes in den darin vorkommenden Verhältnissen nothwendig sind für die vitalen Vorgänge im Körper des Ochsen, wie kann man sich erklären, daß das Blut im Leibe des Schweins und Hundes bei einer so abweichenden Zusammensetzung zu denselben Zwecken tauglich ist, die wir in beiden ganz in derselben Weise sich vollenden sehen, wie im Körper des Pflanzen-fressenden Thieres? In der That gibt die Analyse in den Organen oder den Theilen des Leibes, die sich außerhalb der Blutgefäße befinden, in Beziehung auf diese unverbrennlichen Bestandtheile keinen Unterschied in der Zusammensetzung zu erkennen. Während die Aschenbestandtheile des Blutes eines Kräuter- und eines Fleisch-fressenden Thieres in dem Grade von einander abweichen, daß wir durch die Analyse derselben sogleich und mit Bestimmtheit beide an ihrem Phosphorsäuregehalt unterscheiden können, ist es völlig unmöglich, durch die Analyse der unverbrennlichen Bestandtheile des Fleisches, das eines Ochsen von dem eines Hundes oder Schweines zu unterscheiden und zu sagen, welche von dem Fleische des Fleischfressers oder dem des Kräuterfressenden Thieres gewonnen worden sind. Die unverbrennlichen Bestandtheile der Fleischflüssigkeit des Ochsen, Schafes, Kalbes, Schweines, Hundes, Marders,

Fuchses, der Fische enthalten stets Phosphorsäure und Alkalien in dem Verhältnisse, wie die pyrophosphorsauren Salze. Die in kaltem Wasser nicht lösliche feste Substanz der Muskeln, des Bindegewebes, der Membranen, der Gewebe der Lunge und Leber enthalten stets überschüssige Phosphorsäure, so daß sich beim Einäschern derselben constant gewisse Mengen von metaphosphorsauren Salzen bilden.

Wenn aber die Theile der Organe und aller Gebilde des Kräuterfressers auch in Beziehung auf ihre unverbrennlichen Bestandtheile gleich zusammengesetzt sind, wie die des Fleischfressers, wenn der Wechsel oder die Zunahme des Phosphorsäuregehaltes im Blute das Verhältniß dieser Säure in den Flüssigkeiten des Muskelsystems, den Geweben 2c. nicht vergrößert und die Abnahme im Blut dasselbe nicht kleiner macht, so folgt hieraus von selbst, daß der Mehrgehalt an Phosphorsäure im Blute auf den Bildungsproceß ohne allen Einfluß ist.

Das Blut führt allen Körpertheilen die diesen nöthige Phosphorsäure zu und muß deßhalb stets eine gewisse Menge dieser Säure enthalten, aber die Phosphorsäure spielt keine Rolle in dem Blutbildungsproceß und den Funktionen des Blutes, weil ihre Eigenschaften als Säure gänzlich untergehen in dem im Blute vorherrschenden Alkali.

In dem Blute der verschiedenen Thierklassen nehmen wir einen Wechsel in zwei Bestandtheilen, in der Phosphorsäure und Kohlensäure wahr, aber diese Ungleichheit in der Zusammensetzung ist ohne allen Einfluß auf die Eigenschaften des Blutes, es behält seine alkalische Beschaffenheit. In dem Blute des Pflanzenfressers finden wir das Alkali zum Theil verbunden mit Kohlensäure, in dem des Fleischfressers sehen wir diese Kohlensäure vertreten und ersetzt durch Phosphorsäure, ohne Aenderung der Eigenthümlichkeit oder der Funktionen des Blutes.*)

Es ist dies wieder eine der unzähligen Thatsachen, welche die Seele des Beobachters der Einrichtungen in der Natur mit unaussprechlicher Bewunderung erfüllt, daß eben das phosphorsaure Alkali identisch ist in seinen Eigenschaften mit dem kohlensauren Alkali. Allen ihm

*) Asche von	Menschenblut. (Dr. Verdeil.)	Kalbsblut. (Dr. Verdeil.)	Schaafblut. (Dr. Verdeil.)
Phosphorsäure	31,787	20,145	14,806
Alkalien und alkalische Erden.	58,993	66,578	60,576
Kohlensäure	3,783	9,848	19,474

Diese Analysen sollen zeigen, daß mit der Abnahme der Phosphorsäure der Gehalt an Kohlensäure steigt. Die Abweichung in der Menge der Alkalien ist zum Theil nur scheinbar, da unter den Alkalien Kali und Natron begriffen sind, von denen man weiß, daß sie sich in sehr ungleichen Gewichten vertreten; Kochsalz und Eisen sind abgerechnet; das an 100 fehlende sind zufällige Bestandtheile.

bekannten Gesetzen entgegen erscheint es dem Chemiker einem Wunder gleich, daß zwei Säuren, eine gasförmige und eine feuerbeständige, eine der schwächsten und eine der stärksten, welche durch ihre Zusammensetzung unter allen Säuren am weitesten von einander entfernt stehen, mit den Alkalien, welche Bestandtheile des Blutes sind, Verbindungen von demselben chemischen Character zu bilden vermögen. Das phosphorsaure Natron schmeckt und reagirt alkalisch wie das kohlensaure Alkali und nimmt in seiner Lösung bei Gegenwart von freier Kohlensäure ebensoviel Kohlensäure wie dieses auf, die es in ganz gleicher Weise nur leichter beim Schütteln mit Luft, im luftleeren Raum oder beim Verdampfen wieder abgibt, ohne sein Absorptionsvermögen für Kohlensäure unter andern Umständen zu verlieren.

Es ist hieraus vollkommen verständlich, daß wenn dem Blute gewisse Funktionen angehören, die auf seinen chemischen Eigenschaften, auf seiner alkalischen Beschaffenheit beruhen, daß für diese Zwecke der Wechsel der mit dem Alkali verbundenen Säuren, der Ersatz der Kohlensäure des kohlensauren Alkali's durch Phosphorsäure und umgekehrt ohne Einfluß ist, weil durch denselben keine Aenderung in den Eigenschaften des Blutes verursacht wird.

Das Blut ist der Boden, von dem aus sich alle Theile des lebendigen Leibes in allen Thieren au

einerlei Weise und von gleicher unveränderlicher Zusammensetzung entwickeln, aber es ist gleichzeitig die Quelle der thierischen Wärme, und seine Kanäle sind die Wege, auf denen die für die vitalen Processe untauglichen und die im Lebensprocesse verbrauchten Stoffe (die Produkte des Stoffwechsels) den Apparaten der Secretion zugeführt und wieder aus dem Körper entfernt werden.

Für diese Vorgänge muß das Blut alle nothwendigen Bedingungen enthalten; in den verbrennlichen Bestandtheilen den Stoff, welcher zum Träger der vitalen Thätigkeit werden, oder zur Wärmeerzeugung dienen soll, in den unverbrennlichen die unentbehrlichen Vermittler von dessen Wirksamkeit. In dem Bildungsproceß sehen wir die Phosphorsäure (und neben ihr keine andere unverbrennliche Säure) eine bestimmte Rolle übernehmen, der Proceß der Blutbildung, Wärmeerzeugung und Secretion stehen unter dem chemischen Einflusse eines vorherrschenden Alkali's.

Aus der theilweisen Ersetzbarkeit der Phosphorsäure durch Kohlensäure und umgekehrt im Blute, ohne Aenderung von dessen Eigenschaften, erklärt es sich, daß durch den Wechsel von vegetabilischer und thierischer Nahrung im Leibe des Menschen keine in den gewöhnlichen Zuständen wahrnehmbare Veränderung der normalen Lebensprocesse herbeigeführt wird, obwohl dadurch in Beziehung auf seine unverbrennlichen Bestandtheile

eine wesentliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung des Blutes bedingt wird.

Mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit läßt sich jetzt aus der bekannten Zusammensetzung der Aschenbestandtheile der Nahrung, die Natur und Beschaffenheit, der unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes vorherbestimmen, da man weiß, daß die des Blutes von der Nahrung stammen und beide identisch sind.

Besteht die Nahrung aus Brod oder Fleisch, welche nur phosphorsaure, keine kohlensauren Salze in ihrer Asche hinterlassen, so enthält das Blut nur phosphorsaure Salze; setzen wir der Brod- oder Fleischnahrung Kartoffeln oder grüne Gemüse hinzu, so empfängt das Blut damit einen Gehalt an kohlensauren Alkalien; ersetzen wir das Brod oder Fleisch ganz durch Früchte, Wurzeln oder grüne Gemüse, so nimmt das Blut des Menschen die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Ochsen- oder Schaafblutes an.

Wenn auch der Austausch der Kohlensäure und Phosphorsäure im Blute beim Wechsel der vegetabilischen und animalischen Nahrung auf die Processe der Blutbildung, Ernährung und Wärmeerzeugung ohne bemerklichen Einfluß zu sein scheint, so wird durch diesen Wechsel der Secretionsproceß dennoch sehr wesentlich der Form nach geändert.

Es ist einleuchtend, daß im normalen Gesundheitszustande, in welchem sich das Körpergewicht des Menschen und Thieres nicht ändert, die in den Speisen und im Futter genossenen Alkalien, alkalischen Erden, Phosphorsäure und Eisenoxyd sich im Körper nicht anhäufen, sondern täglich in eben der Menge wieder austreten, in welcher sie in der Nahrung genossen wurden.

Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß diese Ausscheidung durch zwei Secretionsorgane, durch die Nieren und den Darmkanal vermittelt wird.

Die Aschenbestandtheile des Harns und der Fäces sind im normalen Zustande dem Gewichte nach gleich dem Gewichte der unverbrennlichen Bestandtheile der Nahrung; nur wenn das Individuum an geformten organischen Theilen, d. h. an Körpergewicht zunimmt, bleiben in diesen als Theile, welche zu ihrer Zusammensetzung gehören, gewisse Mengen von phosphorsauren Salzen zurück.

Die Bekanntschaft mit den unverbrennlichen Bestandtheilen der Speise des gesunden Menschen oder des Futters der Thiere setzt uns in den Stand, aus der Kenntniß der Nahrung mit mathematischer Sicherheit die des Harns und der Fäces zu erschließen und vorherzusagen, welche Reaction der Harn besitzen muß und in welchen Verhältnissen diese Bestandtheile in dem Harn und den Fäces enthalten sind.

Die unverbrennlichen Bestandtheile des Brodes, Fleisches, der Samen, Wurzeln, Knollen, Kräuter und Früchte sind in allen diesen Nahrungsmitteln von einerlei Natur und Beschaffenheit, aber in sehr ungleichen Verhältnissen vorhanden; sie lassen sich leicht an ihren Eigenschaften von einander unterscheiden.

Die Alkalien (Kali, Natron) sind für sich und in Verbindung mit Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kohlensäure leicht im Wasser löslich.

Die alkalischen Erden (Kalk und Bittererde) sind in ihrer neutralen Verbindung mit Phosphorsäure und Kohlensäure im Wasser nicht löslich.

Die kohlensauren alkalischen Erden lösen sich hingegen in Wasser, welches freie Kohlensäure, die phosphorsauren Erden in Wasser, welches freie Phosphorsäure, eine Mineral- oder eine organische Säure enthält.

Die ebengenannten Materien sind die nie fehlenden Bestandtheile der Asche der Speisen des Menschen, oder des Futters der Thiere. Phosphorsäure, die Alkalien und alkalischen Erden (nebst Eisenoxyd und, wie im Futter der Thiere, Kieselerde) sind als solche vor der Verbrennung vorhanden, Schwefelsäure und Kohlensäure sind Produkte der Verbrennung des Schwefels und Kohlenstoffs. Wenn wir uns diese Asche mit Wasser in Berührung gebracht denken, so findet eine

Theilung der Aschenbestandtheile statt; die löslichen werden vom Wasser aufgenommen, die darin nicht löslichen bleiben im Rückstande.

Enthält die Asche Phosphorsäure und Schwefelsäure (und Kieselsäure) in einem solchen Verhältniß, daß sie zusammen ausreichen um die vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden zu neutralisiren, so erhalten wir:

in Lösung		im Rückstande (ungelöst)	
Phosphorsäure	Kali	Phosphorsäure	Kalk
(Schwefelsäure)	Natron	(Kieselsäure)	Bittererde
			Eisenoxyd

Reichen die vorhandenen alkalischen Erden hin, um alle Phosphorsäure in der Asche zu binden, fehlt es also an Phosphorsäure, um mit den Alkalien eine Verbindung einzugehen, so bleibt alle Phosphorsäure im Rückstande und man erhält alsdann:

in dem Wasser gelöst		im Rückstand	
Kohlensäure	Kali	Phosphorsäure	Kalk
(Schwefelsäure)	Natron	(Kohlensäure)	Bittererde
		(Kieselerde)	Eisenoxyd

Im lebendigen Körper erleidet die Nahrung ganz dieselbe Veränderung, wie wenn wir sie in einem Ofen verbrannt hätten, und es findet in Beziehung auf die unverbrennlichen Bestandtheile derselben eine vollkommen gleiche Theilung statt.

In dem Verdauungsproceß werden die im Wasser, alkalischen und schwach sauren Flüssigkeiten löslichen verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheile der Speisen und des Futters löslich gemacht und in den Blutkreislauf aufgenommen. Durch die Wirkung des im Athmungsproceß aufgenommenen Sauerstoffs werden die verbrennlichen in letzter Form verbrannt. Die stickstofffreien werden in Wasser und Kohlensäure, die plastischen in Harnsäure, Hippursäure, Harnstoff, deren Schwefel in Schwefelsäure übergeführt.

Durch die Apparate der Secretion, die Nieren und den Darmkanal, werden die obengenannten Produkte des organischen Verbrennungsprocesses und die Aschenbestandtheile der Nahrung, insofern sie für eine weitere Verwendung zu vitalen Zwecken untauglich sind, aus dem Organismus entfernt. Der Harn enthält die löslichen, die Fäces die unlöslichen Aschenbestandtheile der Nahrung.

Die Alkalien sowohl, wie die Produkte des Stoffwechsels, welche damit lösliche Verbindungen bilden, sind im Harn, die übrigen in den Fäces enthalten.

War die Nahrung Brod oder Fleisch, welche in ihrer Asche nur phosphorsaure Salze hinterlassen, so enthält der Harn die Alkalien in der Form von phosphorsauren Alkalien.

Bestand sie aus Wurzeln, Gemüse, Früchten, die in ihrer Asche als lösliche Salze nur kohlensaure Alkalien enthalten, so enthält der Harn kohlensaure Alkalien.

Die im Leibe erzeugten Produkte des organischen Verbrennungsprocesses, Schwefelsäure, Harnsäure, Hippursäure, besitzen zu den Alkalien eine starke Verwandtschaft; wenn wir diese Säuren einer Auflösung von phosphorsaurem Natron (PO_5, 2MO) oder kohlensaurem Alkali zusetzen, so theilen sie sich mit der Phosphorsäure oder Kohlensäure in das Alkali; indem sie den Salzen dieser Säuren einen Theil der Basis entziehen, wird eine gewisse Menge Phosphorsäure oder Kohlensäure in Freiheit gesetzt.

Ganz dasselbe geht vor sich bei der Absonderung des Harns vom Blute. Die Alkalien enthalten in chemischer Verbindung alle im Blute vorhandenen oder erzeugten Säuren.

Der Harn der Menschen und Thiere enthält stets eine freie Säure, oder ein saures Salz.

Bei der Absonderung des Harns wird in Folge des Hinzutretens von Schwefelsäure, Hippursäure, Harnsäure zu dem phosphorsauren Alkali, diesem Salz ein Theil des Alkalis entzogen, ein entsprechender Theil der damit verbundenen Phosphorsäure wird frei, das ursprünglich alkalisch reagirende Salz wird neutral oder

nimmt eine saure Reaction an. Bestanden die löslichen Aschenbestandtheile des Futters aus kohlensauren Alkalien, so treten diese im Harn, indem sie sich mit freier Kohlensäure aus dem Blute verbinden, in der Form von sauren kohlensauren Alkalien aus.

Da nun aber eine durch Phosphorsäure oder eine nicht flüchtige Säure saure Flüssigkeit die Eigenschaft besitzt, phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde zu lösen, und eine durch Kohlensäure saure Flüssigkeit für kohlensauren Kalk und kohlensaure Bittererde ein ähnliches Lösungsvermögen besitzt, so enthält der durch Phosphorsäure saure Harn stets phosphorsaure Erdsalze, der durch Kohlensäure saure Harn stets kohlensaure Erdsalze in Auflösung.

Bei Fleischnahrung, Brod, Erbsen, Bohnen, Linsen enthält der Harn:

Freie Phosphorsäure,

phosphorsauren
- Kalk
- Bittererde

Alkalien:
- phosphorsaure
- schwefelsaure
- harnsaure
- hippursaure

Dieser Harn reagirt bleibend sauer.

Der saure Harn enthält (in der Regel) Harnsäure.

Bei Pflanzennahrung, Heu, Klee, Rüben, Kartoffeln ꝛc. enthält der Harn:

Freie Kohlensäure,

kohlensauren
- Kalk
- Bittererde

Alkalien:
- kohlensaure
- hippursaure
- schwefelsaure

Dieser Harn reagirt vorübergehend sauer, bleibend alkalisch.

Der alkalische Harn enthält keine Phosphorsäure und keine Harnsäure.

Aus diesen Untersuchungen erhellt, daß die saure, alkalische oder neutrale Beschaffenheit des Harns gesunder Menschen oder Thiere, so wie die Gegenwart der Phosphorsäure und Harnsäure, von phosphorsauren oder kohlensauren Erdsalzen im Harn in letzter Quelle von der Natur und Beschaffenheit der Aschenbestandtheile der Speisen oder des Futters abhängig ist.

Der Harn eines mit Kartoffeln ernährten Schweines, welcher alkalisch ist, wird sauer, sobald das Thier Korn oder Erbsen in seiner Nahrung empfängt; in ganz ähnlicher Weise verliert der Harn des Menschen seine gewöhnliche saure Reaction und wird neutral oder alkalisch, wenn der Speise saftige Früchte, Kirschen, Aepfel, Kartoffeln, Wurzeln und grüne Gemüse in einem gewissen Verhältnisse zusetzt werden.

Die Salze des Harns werden von dem Blute abgesondert durch die Nieren; vor dieser Absonderung waren sie Bestandtheile des Blutes.

Die chemische Analyse des Harns setzt uns in den Stand, die unverbrennlichen Bestandtheile desselben mit denen des Blutes zu vergleichen, und es zeigt die Beobachtung, daß in Beziehung auf das Verhältniß der im Wasser löslichen Salze mit alkalischen Basen kaum ein Unterschied zwischen beiden be-

steht.*) Wenn wir das Blut von einem gesunden Individuum und gleichzeitig dessen Harn einäschern, und die Asche mit Wasser auslaugen, so sind die im Wasser löslichen Salze des Blutes von denen des Harns ihrer Natur nach nicht verschieden, und es ist ausnehmend wahrscheinlich, daß auch in Beziehung auf ihre relativen Mengen ein constantes Verhältniß besteht.

Wir haben demnach alle Hoffnung, daß wir durch eine sehr einfache chemische Operation im Stande sein werden, von dem Harn rückwärts zu bestimmten Schlüssen auf die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Blutes zu gelangen, und es bedarf nur einer kleinen Anzahl von vergleichenden Untersuchungen des Harns und Blutes in den verschiedenen Krankheiten, um die Krankheitslehre mit einem, in der Sicherheit seiner Anzeigen, unschätzbaren Mittel zu bereichern, durch dessen Hülfe der Arzt die Veränderungen in der Zusammen-

*) Analysen von Menschen-Harn nach Abzug des Kochsalzes.

	Phosphorsäure	Alkalien	Alk. Erden	Schwefelsäure Kieselsäure
Harn (Porter) Gießen.	34,24	47,76*)	7,62	12,38
Harn (Dr. Fleitmann) Berlin.	34,03	48,03	9,02	8,92

*) darunter 4,06 Natron als Kali berechnet.

setzung des Blutes in Krankheiten feststellen, und deren Einfluß auf die Funktionen des Blutes und damit auf die wichtigsten vitalen Vorgänge beurtheilen kann.

Es gehören nicht viele chemische Kenntnisse dazu, um einzusehen, daß die Ermittelung des Gesetzes der Abhängigkeit der Funktionen und Beschaffenheit des Blutes von der Natur und Quantität der unverbrennlichen Bestandtheile desselben, der unterste Stein der Grundlage der Medicin und Physiologie, und daß es vollkommen thöricht ist, vor der Legung dieses Steins, welcher die Lösung aller Fragen der thierischen Oeconomie trägt, an eine rationelle Heilwissenschaft nur zu denken. Für den Chemiker ist es ganz unmöglich zu verkennen, daß die alkalische Beschaffenheit des Blutes eine der ersten und wichtigsten Bedingungen des organischen Verbrennungsprocesses, der Wärmequelle und des Stoffwechsels ist.

Eine Menge organischer Verbindungen empfangen bei Berührung oder in Gegenwart von freiem Alkali das Vermögen, sich mit Sauerstoff zu verbinden (zu verbrennen), was sie für sich bei gewöhnlicher Temperatur oder bei der Temperatur des thierischen Körpers durchaus nicht besitzen. (Chevreul). Ganz besonders in die Augen fallend beobachtet man den Einfluß des Alkalis an solchen Stoffen, welche gefärbt sind und unter diesen Umständen entfärbt werden, oder an farblosen, die sich

färben, indem sie zerstört werden. Der Carmin, der dauerhafteste organische Farbstoff, den wir kennen, die Farbstoffe des Kampeche- und Brasilienholzes, der Blutfarbstoff lösen sich in Kalilauge und erhalten sich monatelang unverändert, aber in dem Augenblick, wo man Luft oder Sauerstoffgas zu dieser Mischung treten läßt, wird dieses Gas mit Schnelligkeit absorbirt und diese Farbstoffe zerstört. (Chevreul).

Die farblose Auflösung von Pyrogallussäure oder Gallussäure färbt sich in ihrer alkalischen Lösung bei Sauerstoffzutritt (s. S. 417) dunkelroth und wird in wenigen Minuten zerstört. Selbst der Alkohol oxydirt sich, wenn er ein freies Alkali enthält bei gewöhnlicher Temperatur und färbt sich braun.

Der Milch- und Traubenzucker entziehen bei Gegenwart einer alkalischen Base in gelinder Wärme selbst Metalloxyden ihren Sauerstoff (s. S. 458).

Eine ganz ähnliche Wirkung bringen die Alkalien im Blute hervor, sie vermitteln und erhöhen die Verbrennlichkeit der Respirationsmittel.

Auf eine entscheidende Weise zeigt sich der Einfluß der Alkalien in dem Verhalten der Salze der organischen Säuren in dem Kreislauf des Blutes. Seit langem hatte man die Beobachtung gemacht, daß beim Genuß von saftigen Früchten, Kirschen, Erdbeeren, Aepfeln 2c. der Harn alkalisch wird. Alle diese Früchte, so wie die Säfte der

Wurzeln, Knollen und Kräuter, enthalten diese Alkalien in der Form von pflanzensauren Salzen, in der Regel als äpfelsaures (alles Kernobst, Ananas), citronensaures (Steinobst, Johannisbeeren, Kartoffeln), weinsaures (Weintrauben) Alkali. Es ist von Gilbert Blane und Wöhler nachgewiesen worden, daß die Salze für sich genau verhalten, wie die Salze in diesen verschiedenen Pflanzentheilen; durch den Mund (oder in einem Klystier) genommenes citronensaures, weinsaures, äpfelsaures, essigsaures Kali erscheinen in dem Harn als kohlensaures Kali.

In ihren neutralen oder sauren Salzen dem Blute zugeführt, verbrennen die Säuren dieser Salze ebenso vollständig, wie in dem vollkommensten Verbrennungsapparate. Die in dem Harn der Pflanzenfresser vorherrschenden kohlensauren Alkalien stammen von derselben Quelle, von den in dem Futter enthaltenen pflanzensauren Alkalien her.

In ganz gleicher Weise wird die Harnsäure bei Gegenwart von Alkali in dem Organismus zerstört. In dem Harn von Kaninchen, denen man verhältnißmäßig große Gaben Harnsäure, in der Form von harnsaurem Kali (bis 2 zu 2½ Grm.) gegeben hatte, ließ sich keine Harnsäure mehr entdecken; die Harnsäure war übergeführt in Oxalsäure und Harnstoff, dessen Menge den gewöhnlichen Gehalt des Harns an demselben wenigstens um

das Fünffache überstieg. (Frerichs). Der Harnstoff entspricht aber wie man weiß der Kohlensäure; es ist Kohlensäure, in welcher die Hälfte des Sauerstoffs versetzt und vertreten ist durch sein Aequivalent Amid (NH_2).

Der Grund der ausnehmend gesteigerten Verbrennlichkeit aller dieser Substanzen ist offenbar, wie die einfachsten Betrachtungen beweisen, die alkalische Beschaffenheit des Blutes.

Die Pflanzen fressenden Thiere verzehren in ihrem Futter eine Menge Pflanzensäuren in freiem Zustande, welche gleich den an die alkalischen Basen gebundenen Säuren im Blutkreislauf zerstört werden und verschwinden; in ihrem Organismus wird, wie kaum zu bezweifeln ist, gerade so, wie im Leibe des Fleischfressers, Harnsäure als unvollkommnes Verbrennungsprodukt der im Stoffwechsel verbrauchten plastischen Bestandtheile erzeugt, aber diese Harnsäure erscheint im gesunden Zustande niemals in ihrem an freiem Alkali reichen Harn.

Wir erklären uns diese Erscheinung auf eine befriedigende Weise aus dem Gehalt ihres Blutes an kohlensaurem Alkali.

Die Pflanzensäuren, indem sie in das Blut gelangen, oder die Harnsäure, die im Leibe erzeugt wird, zersetzen die kohlensauren Alkalien im Blute und bilden neutrale Salze, welche durch den vorhandenen Sauer-

stoff ebenso schnell zerstört werden, als sie sich bilden. Die freigewordene Kohlensäure entweicht durch die Lunge.

Die nämlichen organischen Säuren, welche in der Form von Salzen, d. h. begleitet von alkalischen Basen, auch in dem Blute des Menschen mit Schnelligkeit verschwinden, erscheinen, wenn sie ohne diese Alkalien genossen werden, zum großen Theil unverändert im Harn; selbst die verbrennlichsten unter ihnen, wie die Weinsäure und Gallussäure, werden unter diesen Umständen im Blute des Menschen unverbrennlich. Die genossene Gallussäure ist besonders leicht im Harn an der Eigenschaft zu erkennen, mit Eisenoxydsalzen eine dintenschwarze Flüssigkeit zu bilden.

Der Grund dieser Unverbrennlichkeit ist der Mangel an dem, die Wirkung des Sauerstoffs bedingenden, freien Alkali.

Das Blut des Menschen (und des Hundes, mit welchen eine große Anzahl dieser Versuche angestellt wurden) enthält kein kohlensaures, sondern phosphorsaures Alkali.

Es ist nun ganz gewiß, daß die neutralen pflanzensauren Salze die alkalische Beschaffenheit dieses Blutes nicht ändern, während die freien Säuren bei ihrem Uebergang in das Blut, indem sie sich eines Theils des Alkalis bemächtigen, eine entsprechende Menge der damit verbundenen Phosphorsäure in Freiheit setzen müssen,

welche nicht wie die Kohlensäure gasförmig und ausathembar ist, sondern die ihren Platz im Blute nur dann verläßt, wenn sie durch eine Ursache dazu genöthigt wird. Wir müssen uns denken, daß der Theil des Blutes, zu welchem die Säuren gelangen, seine alkalische Beschaffenheit gänzlich verlor, daß er sogar vorübergehend sauer wurde (eine Beschaffenheit, welche durch die Funktion der Nieren wieder aufgehoben wurde), und daß in Folge dieses Zustandes die genannten Säuren oder ein Theil derselben in dem Blutkreislauf ihre Veränderlichkeit und Verbrennlichkeit verloren; wäre das Blut, welches die freie Gallussäure aufgenommen hatte, alkalisch geblieben, so würde diese Säure zerstört worden sein, denn ein freies Alkali und Sauerstoff sind völlig unverträglich mit dem Bestehen der Gallussäure.

Die Eigenthümlichkeiten des Blutes des Menschen und der Fleisch fressenden Thiere, welche durch ihren überwiegenden Gehalt an Phosphorsäure bedingt werden, zeigen sich in dem Secretionsproceß in vollem Lichte. Der chemischen Wirkung des Alkali's setzt sich in der damit verbundenen Phosphorsäure ein gewisser Widerstand entgegen, welcher in dem Blute des Kräuterfressenden Thieres fehlt. Mit der Gegenwart der Phosphorsäure im Blute steht die bleibend saure Beschaffenheit des Harns und die Secretion der Harnsäure, mit der überwiegenden alkalischen Beschaffenheit des Blu-

tes der Kräuterfresser das Verschwinden der Harnsäure in deren Harn in genauster Beziehung.

Der Gehalt an freier Kohlensäure in dem Harn der Pflanzenfresser ist zum großen Theil durch die Verwandtschaft des kohlensauren Alkalis zur Kohlensäure bedingt, die Absonderung der freien Säuren in dem Harn der Fleisch- und Körnerfresser ist hingegen offenbar eine nothwendige Bedingung zur Erhaltung der alkalischen Beschaffenheit ihres Blutes.

Wenn wir uns denken, daß diese Absonderung auch nur vorübergehend in Folge einer Störung in der Funktion der Nieren unterdrückt sei, oder daß durch einen krankhaften rascheren Umsatz in den Gebilden (Entzündung, Fieber) die in diesen Theilen gebundene Phosphorsäure frei wird und zu dem Blute tritt, so muß die Aenderung in der alkalischen Beschaffenheit des Blutes sich sogleich durch vermehrte Secretion von Harnsäure und durch eine Aenderung des Respirationsprocesses zu erkennen geben.

Man versteht nach diesen Betrachtungen die oft wunderbaren Erfolge, welche die Aerzte durch eine rationelle Diät, durch eine mit Kenntniß und Ueberlegung gemachte Wahl der Speisen, durch Mineralwasser, Kräuter- und Molkenkuren in vielen Krankheiten erzielen.

Wenn man das Fleisch und Brod in der gewöhnlichen Nahrung durch saftreiche Pflanzennahrung, durch

Obst und Früchte ersetzt, so wird ohne allen Zweifel das Blut in seiner chemischen Mischung verändert, aber diese Aenderung beruht in keiner Weise auf einem Wechsel in seinen organischen oder verbrennlichen Bestandtheilen, denn das Fibrin und Albumin des Ochsenblutes weichen in ihrem chemischen Bestand nicht im geringsten ab von dem des Blutes des Fleisch- und Körner- fressenden Thieres, sondern in einem Wechsel in den unverbrennlichen Bestandtheilen, in einem Ersatz des in so vielen (typhösen und Entzündungs-) Krankheiten störenden Einflusses der Phosphorsäure oder des phosphorsauren Alkalis durch kohlensaures Alkali.

Es gibt wohl keine Thatsache, welche überzeugender für die Funktion des Darmkanals als eines Secretionsorgans zu sprechen scheint, als der Mangel des Eisens im Harn überhauptund die Abwesenheit der phosphorsauren Salze im Harn der Pflanzenfresser.

Wir begreifen, daß keine Substanz im Harn enthalten sein kann, welche unlöslich in dieser Flüssigkeit ist, und daß phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Bittererde in dem Harn des Pferdes und der Kuh deshalb fehlen, weil eine Flüssigkeit, welche so beträchtliche Mengen kohlensaure Alkalien und kohlensaure Erden enthält, kein Lösungsvermögen für phosphorsaure

Erden besitzt.*) Wir finden in dem Harn der Kuh und des Pferdes keine Phosphorsäure, obwohl beide in ihrem Futter täglich eine große Menge von Phosphorsäure in der Form von löslichen phosphorsauren Alkalien genießen, welche Bestandtheile ihres Blutes wurden; die chemische Analyse des Harns**) von den nämlichen Thieren, von welchen die Fäces***) und das Futter†) analysirt worden war, zeigt uns, daß diese letzte-

*) Eine Auflösung von kohlensaurem Kalk in Kohlensäure haltigem Wasser, welche mit soviel Brunnenwasser verdünnt ist, daß kohlensaures Kali oder Natron darin keinen Niederschlag bewirkt, gibt beim Zusatz der kleinsten Menge phosphorsauren Natrons sogleich eine bleibende Trübung von phosphorsaurem Kalk.

) Harn (nach Abzug v. Kochsalz) *) Fäces.

	Pferd (Arzbächer.)	Kuh. (Arzbächer.)	Pferd (Buchner.)	Kuh (Buchner.)
Kali	28,97	56,74	9,33	17,15
Natron		1,31	0,61	6,30
Kohlensäure	27,28	31,04		
Kalk	27,75	1,74	5,22	7,31
Bittererde	4,22	4,09	2,03	4,50
Eisenoxyd	0,79	0,31	2,03	3,34
Schwefelsäure	6,48	4,63	3,92	3,23
Kieselerde			59,96	41,00
Phosphorsäure			7,92	17,05
	100	100	100	100

†) Das Pferd erhielt täglich im Durchschnitt $3\frac{1}{2}$ Pfund Hafer, 4 Pfund Roggenbrod, 10 Pfund Heu, 5 Pfund Kornstroh. Die Kuh circa 52 Pfund Branntweinschlempe, 12 Pfund

ren alle genossene Phosphorsäure in der Form von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde (PO_5, 2MO), und es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die in Folge des Stoffwechsels frei gewordene Phosphorsäure, welche vermöge der chemischen Beschaffenheit des Harns durch die Nieren nicht austreten konnte, von dem Blute aus dem Darm zugeführt werden muß, daß mithin ein Theil des Darmkanals die Funktion der Nieren als Organ der Absonderung übernimmt. Es ist schwer, vom anatomischen oder chemischen Standpunkte aus, sich eine klare Vorstellung von diesem Absonde-

---

Roggenstroh, 2 Pfund Heu, 1 Pfund Erbsenstroh, 1 Pfund Haferstroh, 1 Pfund Gerstenstroh, 12 Pfund Runkelrüben. Von diesem Futter wurde die Asche der Kartoffelschlempe, des Hafers und des Heus durch Hrn. Porter der Analyse unterworfen.

	Heu	Hafer	Branntweinschlempe	deren in Wasser lösl. Bestandtheile
Kali	20,08	12,94	38,52	54,18
Natron	10,84	2,02	4,47	6,17
Phosphorsäure	17,35	15,43	16,78	11,99
Kalk	8,24	3,00	5,19	
Bittererde	4,00	7,08	7,33	
Eisenoxyd	1,82	0,60	1,50	
Schwefelsäure	2,10	0,49	6,10	8,72
Kochsalz	5,09		4,00	5,91
Kieselsäure	30,00	53,97	2,84	12,12
Kohlensäure	0,67		12,27	
	100	100	100	100

rungsproceß zu machen, von dessen Vorhandensein wir in krankhaften Zuständen, (in Diarrhöen z. B.) die überzeugendsten Beweise erblicken; aber die Schwierigkeit der Erklärung hebt in der Naturforschung die Wahrheit einer Thatsache nicht auf.

Außer den genannten unverbrennlichen Bestandtheilen enthält das Blut der Menschen und Thiere eine gewisse Menge Kochsalz und Eisen. Die Menge des Kochsalzes beträgt in der Regel über die Hälfte des Gesammtgewichtes aller übrigen unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes.

Die Verschiedenheit der Nahrung ist ohne bemerklichen Einfluß auf den Kochsalzgehalt des Blutes; das Blut eines Hundes, welcher 18 Tage lang mit Fleisch gefüttert worden war, enthielt dieselbe Menge Kochsalz wie nach zwanzigtägiger Fütterung mit Brod. Der Kochsalzgehalt des Blutes des Menschen, Schaaf's, Schwein's, Ochsen, Kalb's beträgt zwischen 50 und 60 p. Ct. von dem Gesammt-Gewicht aller Aschenbestandtheile. Der Unterschied der in den verschiedenen Analysen erhaltenen Kochsalzmengen, rührt zum Theil von der Schwierigkeit her, bei der Einäscherung des Blutes die Verflüchtigung von Kochsalzzu vermeiden, theils ist der ungleiche Procentgehalt in dem Blute verschiedener Thiere, durch den ungleichen Gehalt an anderen Aschenbestandtheilen, an Phosphorsäure oder Kohlensäure bedingt.

Der große Gehalt an Kochsalz im Blute ist bemerkenswerth genug, um in Beziehung auf die Frage über dessen Nothwendigkeit für den Lebensproceß in Betrachtung gezogen zu werden.

Es bedarf keiner besonderen Hervorhebung daß alles im Blute vorhandene Kochsalz von der Nahrung stammt, wenn wir aber die Aschenbestandtheile der vegetabilischen Nahrung, welche die Kuh, das Pferd rc. genießen, mit den Aschenbestandtheilen ihres Blutes vergleichen, so beobachten wir einen sehr auffallenden Unterschied; der Kochsalzgehalt der Blutasche ist weit (oft zehnmal) größer als der der Futterasche; die Vergleichung der Aschenbestandtheile des Harns mit denen des Blutes ergiebt ferner, daß der Kochsalzgehalt der Harnasche stets kleiner ist als der der Blutasche, er entspricht dem Kochsalzgehalt der Nahrung. Diese Verhältnisse scheinen den Schluß zu begründen, daß in dem Blutgefäßsystem eine Ursache wirksam ist, die sich (da der Kochsalzgehalt des Blutes nicht über eine gewisse Grenze steigt) der Vergrößerung und ebenso einer Verminderung dieses Gehaltes entgegensetzt, daß das Kochsalz also nicht bloß ein zufälliger sondern ein constanter Bestandtheil der Blutflüssigkeit und dessen Menge bis zu einer gewissen Grenze unveränderlich ist.

Unter den Nahrungsmitteln aus dem Pflanzenreich enthalten die Samen die kleinste Menge Kochsalz, die

Gemüspflanzen und das Wiesengras (vorzüglich **Lolium perenne**) unter den Pflanzen des Continents am meisten.

Es ist nicht leicht, die ganze Bedeutung des Kochsalzes für den Lebensproceß mit eben der Bestimmtheit festzusetzen, wie wir dieß für die Phosphorsäure und den Kalk können, deren absolute Nothwendigkeit für den Bildungsproceß eine feststehende Thatsache ist, indem sie Bestandtheile aller Gebilde sind. Das Kochsalz dient im Organismus zur Vermittelung der allgemeinsten Vorgänge, ohne durch seine Bestandtheile Antheil an dem Bildungsproceß zu nehmen, kein Theil der organischen Gebilde enthält Chlor in chemischer Verbindung; es giebt aber keine Flüssigkeit des thierischen Körpers, in welcher Chlor als Bestandtheil fehlt. Wir finden in Thieren, welche wie die des Continents in ihrer Nahrung nur Kalisalze und außer Kochsalz keine Natrium- und keine Chlor-Verbindung genießen, die Elemente des Kochsalzes, aber getrennt an verschiedenen Orten, wieder. In dem ganzen Muskelsystem, in der Fleischflüssigkeit ist eine reichliche Menge Chlor an Kalium, nicht an Natrium gebunden; dieses Chlor stammt vom Kochsalz. In dem Secret der Leber, der Galle der Landthiere finden wir eine überwiegende Menge Natriumoxyd, dessen Natrium in der Nahrung als Kochsalz genossen wurde. In dem Blute des Pferdes, der Kuh und im Allge-

meinen der Kräuter fressenden Thiere überwiegt die Menge des kohlensauren Natrons die des Kali's um das doppelte bis dreifache, obwohl die Asche ihrer Nahrung kaum eine Spur von kohlensaurem Natron enthält. Diese Verhältnisse sind durch ihre Beständigkeit ganz zuverlässige Merkzeichen, daß das Natrium oder Natron vermöge seiner Eigenthümlichkeiten für die Vorgänge im Blute und Blutgefäßsystem, und das Kalium oder die Kalisalze aus gleichem Grunde für die in dem Muskelsystem sich vorzugsweise eignen, und daß diese beiden Alkalien, so ähnlich sie sich auch in andern Eigenschaften sind, in Beziehung auf alle Zwecke zu welchen sie dienen, sich gegenseitig nicht ersetzen können. In dem Blute des Menschen und der Körner fressenden Thiere ist das darin enthaltene phosphorsaure Kali stets begleitet von Kochsalz; wir wissen aber, daß diese beiden Salze neben einander nicht bestehen können, ohne sich gegenseitig umzusetzen in phosphorsaures Natron, welches in seinen chemischen Eigenschaften dem kohlensauren Natron am nächsten steht und, in Chlorkalium. *)

Wenn man ferner berücksichtigt, daß die in dem Magensafte häufig vorkommende bei der Verdauung wirksame

---

*) Wenn man eine mäßig concentrirte Lösung von phosphorsaurem Kali mit einer Kochsalzlösung vermischt und in der Kälte ruhig stehen läßt, so kristallisirt sehr bald phosphorsaures Natron in schönen Kristallen aus.

Säure freie Salzsäure ist, *) welche von dem Kochsalz stammt, so scheinen alle diese Thatsachen zusammengenommen als unwiderlegliche Beweise der Nothwendigkeit des Kochsalzes für den Lebensproceß und des Kochsalzzusatzes zu der Speise des Menschen und des Futters der Thiere, angesehen werden zu müssen.

Die Wirkung der freien Salzsäure auf die plastischen Bestandtheile der Speisen ist sehr bemerkenswerth; der Kleber der Getreidearten, das Fleischfibrin lösen sich z. B. in Wasser, welches durch Zusatz von Salzsäure kaum sauer ist, in der Körperwärme leicht und mit Schnelligkeit auf, und diese Löslichkeit nimmt nicht zu sondern ab, wenn man die Menge der Säure in der Flüssigkeit vermehrt, so daß alles Aufgelöste durch mäßig concentrirte Salzsäure wieder niedergeschlagen werden kann. Aehnlich wie die concentrirte Salzsäure, wirkt eine Kochsalzlösung. Das nämliche Wasser, welches durch Zusatz von $^{1}/_{1000}$ Salzsäure ein kräftiges Lösungsmittel für die genannten plastischen Bestandtheile wird, verliert sein Lösungsvermögen bei einem Gehalt von etwas mehr wie 3 pCt. Kochsalz, und es läßt sich aus einer sauren Auflösung von Kleber oder Fleischfibrin alles Gelöste durch eine Kochsalzlösung wieder abscheiden.

---

*) Die früheren Erfahrungen von Prout und L. Gmelin haben in der neusten Zeit durch Dr. Schmidt in Dorpat für viele Fälle Bestätigung erhalten.

Die so eben hervorgehobenen Beziehungen der Bestandtheile des Kochsalzes zu den organischen Processen sind sicher nicht die einzigen, welche dieser durch ihre Verbreitung und Allgegenwart in den organischen Wesen so merkwürdigen Verbindung zukommen; es ist mehr wie wahrscheinlich, daß es für sich durch seine eigenthümlichen Eigenschaften als Kochsalz gewisse Vorgänge vermittelt, vielleicht bedingt.

Man darf sich nur daran erinnern, daß das Kochsalz die unter den Salzen ganz ungewöhnliche Eigenschaft besitzt, mit Harnstoff eine in schönen, großen, wasserhellen rhombischen Prismen kristallisirbare chemische Verbindung zu bilden, welche in dem kochsalzhaltigen Harn stets vorhanden ist *). Selbst in der Glasfeuchtigkeit des Auges findet sich der Harnstoff begleitet von Kochsalz. Durch seine Verbindung mit Kochsalz verliert der Harnstoff gewisse Eigenschaften, die demselben als einer organischen Verbindung zukommen, und es dürften genauere Beobachtungen vielleicht darthun, daß die Abwesenheit

*) Unter den Salzen gehen nur manche salpetersaure Salze, ähnliche Verbindungen mit dem Harnstoff ein. Von dem Vorhandensein der Kochsalzverbindung im Harn der Thiere und Menschen rührt es her, daß man oft aus mäßig concentrirtem Harn durch Salpetersäure keinen salpetersauren Harnstoff erhält, und daß in concentrirterem nach dem Zusatz von Salpetersäure mehr Harnstoff zurückbleibt als der Löslichkeit des salpetersauren Harnstoffs entspricht.

des Harnstoffs, des Endproduktes des organischen Stoffwechsels, sowie die des Kochsalzes im Muskelsystem, und die Aufnahme oder der Uebergang des Harnstoffs in das Blutgefäßsystem und dessen Absonderung durch die Nieren in engerem Zusammenhange mit der Gegenwart des Kochsalzes stehen, als man gewöhnlich sich denkt.

Wenn man ferner ins Auge faßt, daß der Instinkt der Stärkmehlreichen Nahrung Kochsalz in weit größerer Menge zusetzt als anderen Speisen, daß Kartoffeln ohne Kochsalz für die meisten Menschen kaum genießbar sind, so wird man unwillkürlich an die merkwürdige Verbindung erinnert, welche das Kochsalz mit Traubenzucker, dem Produkte der Verdauung des Stärkmehls eingeht; es ist bekannt, daß der diabetische Harn in der Regel diese Verbindung enthält, und auf die Absonderung des Zuckers durch die Nieren kann die Gegenwart des Kochsalzes nicht ohne Einfluß sein.

Es kann bei dieser Gelegenheit nicht übergangen werden zu erwähnen, daß die Landwirthe die Frage der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit des Kochsalzzusatzes zu dem Futter der Thiere, in ihrer Weise zu lösen sich bemühten. Das Resultat der werthvollen Versuche von Boussingault ist in dieser Beziehung entscheidend, klar und verständlich; der Salzzusatz zum Futter war ohne Einfluß auf den Fleisch-, Fett- oder Milchertrag, aber, sagt Boussingault „das Salz schien auf das Ansehen und die Be-

schaffenheit der Thiere eine günstige Wirkung zu haben; nach den ersten 14 Tagen bemerkte man zwischen den beiden Losen (jedes von drei Stieren) keinen bemerklichen Unterschied, aber im Laufe des darauf folgenden Monats war der Unterschied im Ansehn selbst für ein wenig geübtes Auge offenbar; bei den Thieren beider Lose zeigte das Befühlen eine feine, markige Haut, aber die Haare der Stiere, welche Salz bekommen hatten, waren glatt aufliegend und glänzend, die der andern matt und in die Höhe stehend. Mit der Verlängerung dieses Versuches wurden diese Kennzeichen noch hervorstechender. Bei den Thieren des zweiten Loses, welche während eines Jahres kein Salz bekommen hatten, war das Haar durcheinander und die Haut war hie und da nackt und ohne Haare. Die des ersten Loses hingegen behielten das Ansehen von Stallthieren, ihre Lebhaftigkeit und häufige Anzeichen des Bedürfnisses zu bespringen, stachen auffallend ab gegen den trägen Gang und das kalte Temperament, welche man an den Thieren des zweiten Loses wahrnahm. Es ist kein Zweifel, fährt Boussingault fort, daß man für die Stiere, welche man unter dem Einflusse des Salzes erzogen hatte, auf dem Markte einen vortheilhafteren Preis erhalten haben würde."

Diese Versuche sind im hohen Grade lehrreich; bei den Stieren, welche nur so viel Salz empfangen hatten als im Futter enthalten war, war diese Salzmenge un-

zureichend für den Secretionsproceß; einer Menge von Stoffen, die außerhalb des Körpers Eckel erwecken, fehlte das Transportmittel, ihr ganzer Körper, das Blut, Fleisch und alle Säfte waren damit angefüllt; denn die äußere Haut ist der Spiegel für die Beschaffenheit des Innern. Die andern Stiere, welche täglich Salz bekommen hatten, blieben selbst in der ihrer Natur sehr wenig entsprechenden Lebensordnung, der sie ausgesetzt waren, bei einem Uebermaß von Nahrung und Mangel an Bewegung gesund, ihr Blut blieb rein, und geeignet für alle Zwecke der Ernährung; sie empfingen mit dem Salz ein mächtiges in den gegebenen Verhältnissen unentbehrliches Mittel des Widerstandes gegen äußere Störungen ihrer Gesundheit, der Körper der andern war in Hinsicht auf Krankheiten einem Heerde gleich, angefüllt mit dem leichtentzündlichsten Brennmaterial, dem nur ein Funke fehlte, um in Flamme auszubrechen und verzehrt zu werden.

Das Salz wirkt nicht Fleisch-erzeugend, sondern es hebt die Schädlichkeit der Bedingungen auf, welche sich in dem unnatürlichen Zustande der Mästung vereinigen müssen, um Fleisch zu erzeugen, und es kann der Nutzen seiner Anwendung nicht hoch genug angeschlagen werden.

Manche Landwirthe haben übrigens aus den erwähnten Versuchen ganz andere Schlüsse gezogen. Da der Salz-

zusatz ihnen, den Landwirthen, keinen Nutzen gewährt, indem sie mit der Ausgabe für Salz an Fleisch nichts gewinnen, so schlossen sie daraus, daß derselbe überhaupt unnütz sei, ja diese Versuche sind als Beweismittel und Gründe gegen die Herabsetzung der häßlichsten, den Verstand des Menschen entehrenden und unnatürlichsten aller Steuern auf dem Continente, der Salzsteuer, mißbraucht worden; man sieht, daß in dem Instinkt eines Schafs oder Ochsen mehr Weisheit sich kund giebt, als in den Anordnungen des Geschöpfes, welches seltsamer Weise häufig genug sich als das Ebenbild des Inbegriffs aller Güte und Vernunft betrachtet.

Neben den chemischen besitzt das Kochsalz noch eine physikalische Eigenschaft, die es von besonderer Bedeutung für die vitalen Vorgänge macht, weil die andern Salze, mit welchen es diese Eigenschaft theilt, weder von Menschen noch von Thieren in der gewöhnlichen Lebensordnung genossen werden.

Mit Hülfe eines sehr einfachen Apparates kann man leicht diese höchst interessante Eigenschaft sichtbar machen.

Wenn man z. B. die eine Oeffnung einer 4 — 6 Zoll langen unt etwa 1/4 Zoll weiten Glasröhre durch Ueberbinden mit einer im Wasser aufgeweichten Membran (von einem Darm, einer Harnblase rc.) verschließt und bis zur halben Höhe mit Brunnenwasser füllt und in ein Glas mit demselben Wasser so stellt, daß das Wasser

inwendig in der Röhre und auswendig im Glas sich in gleicher Ebene befinden, so bemerkt man in dem Stand beider Flüssigkeiten nach Stunden und Tagen nicht die geringste Aenderung.

Setzt man nun dem Wasser in der Röhre mit der Blase einige Körner Kochsalz zu, so sieht man nach wenigen Minuten das Wasser darin sich über den Stand des Wassers in dem Glase erheben, es steigt in die Höhe.

Setzt man dem Wasser im Glase gleichfalls und soviel Kochsalz zu, daß sein Salzgehalt vollkommen dem Salzgehalt in der Röhre gleich ist, so findet keine Aenderung im Niveau des Wassers in der Röhre und außerhalb statt. Wenn man aber dem Wasser im Glase mehr Kochsalz zusetzt als wie dem Wasser in der Röhre, so tritt jetzt der entgegengesetzte Fall ein; das Wasser in der Röhre fällt und das im Glase steigt.

Es ist hieraus ersichtlich, daß das Brunnenwasser zum salzhaltigen Wasser, das salzarme zu dem salzreicheren überströmt, wie wenn es durch einen äußeren Druck durch die Membran, dem Gesetz der Schwere, entgegen, getrieben würde.

Durch den einfachen Zusatz von Kochsalz zum Wasser empfängt die Röhre mit der Blase die Eigenschaft einer Pumpe, sie saugt Wasser mit einer Kraft auf, welche dem Druck einer Quecksilbersäule von 2 — 3 Zoll Höhe in manchen Fällen gleichkommt.

Wenn man die Röhre mit einer sehr dünnen Membran verschließt, zur Hälfte mit fibrinfreiem Ochsenblute füllt und in ein Glas mit warmem Wasser (v. 37 - 38 ^{0} C) in der beschriebenen Weise stellt, so sieht man nach wenigen Minuten das Blut ganz wie das Salzwasser in die Höhe steigen, das Wasser fließt zum Blute über.

Daß der Gehalt der Blutflüssigkeit an Salzen an diesem Aufsaugen einen großen Antheil hat, sieht man daran, daß die Flüssigkeit, welche sich leicht von in der Hitze geronnenem Blute abpressen läßt, und welche Kochsalze und die andern Salze des Blutes enthält, in die Röhre statt des Blutes gebracht, ganz dieselbe Erscheinung wahrnehmen läßt.

Das Vermögen der Membran, Wasser nach der Seite hin überfließen zu machen, wo sich das Salz befindet, hängt mithin ab von dem Salz; wenn die Flüssigkeiten auf beiden Seiten gleich viel Salz enthalten, so findet kein Ueberströmen Statt; immer strömt die Flüssigkeit nach der Seite hin, wo sich das meiste Salz befindet, und um so schneller, je größer der Unterschied im Salzgehalte beider Flüssigkeiten ist.

Wenn man der Kochsalzlösung ein freies Alkali (kohlensaure oder phosphorsaure Alkalien) zusetzt, so wird das Aufsaugungsvermögen sehr merklich erhöht, und wenn die äußere Flüssigkeit schwach sauer und die kochsalzhaltige in der Röhre alkalisch ist, so findet

das Ueberströmen (der sauren zu der alkalischen) am raschesten Statt.

Ein Jeder, welcher sich die Mühe macht, diese anziehenden Versuche zu wiederholen, gewinnt durch die bloße Anschauung eine vollkommene Einsicht in das Wesen des organischen Auffaugungsprocesses.

In dem thierischen Leibe vereinigen sich in der That alle Bedingungen, um durch das Blut das Gefäßsystem zu der vollkommensten Saugpumpe zu machen, welche ihre Dienste verrichtet ohne Hahn und Klappen, ohne mechanischen Druck, ja ohne eigentliche Kanäle oder Wege für den Uebergang der Flüssigkeiten. Die im Magen in der Verdauung der Speisen entstehende Auflösung ist sauer, das Blut ist eine salzhaltige und alkalische Flüssigkeit. Der ganze Verdauungskanal ist umgeben von einem System von unendlich verzweigten Blutgefäßen, in denen sich die Blutflüssigkeit mit einer großen Geschwindigkeit bewegt; durch die Harnwerkzeuge wird das übergeströmte Wasser sogleich abgeseiht und die Blutflüssigkeit stets auf einem gleichen Zustande der Concentration erhalten.

Man versteht jetzt leicht die Wirkung, welche Wasser von verschiedenem Salzgehalt in dem Organismus hervorbringt.

Wenn man nämlich in nüchternem Zustande von zehn zu zehn Minuten ein Glas gewöhnliches Brunnen-

wasser trinkt, dessen Salzgehalt weit kleiner ist wie der des Blutes, so tritt schon nach dem Trinken des zweiten Glases (zu vier Unzen gerechnet) eine Quantität gefärbten Harns aus, dessen Volum dem des genossenen ersten Glases Wasser sehr nahe gleich ist, und wenn in dieser Weise zwanzig Gläser getrunken werden, so hat man neunzehn Harnentleerungen, deren letzte beinahe ungefärbt und in ihrem Salzgehalte nur um etwas größer als der des Brunnenwassers ist.

Macht man denselben Versuch mit Brunnenwasser, dem man etwas Kochsalz, so viel etwa als das Blut enthält ($^3/_4$ — 1 p. c.), zusetzt, so zeigt sich keine von der gewöhnlichen abweichende Harnentleerung; es ist kaum möglich, von diesem Wasser mehr als drei Gläser zu trinken, ein Gefühl des Gefülltseins, Druck und Schwere im Magen deuten an, daß Wasser, welches einen dem Blute gleichen Salzgehalt besitzt, eine weit längere Zeit zu seiner Aufnahme in die Blutgefäße bedarf.

Nimmt man zuletzt Salzwasser zu sich, dessen Salzgehalt um etwas größer ist als der des Blutes, so tritt gerade das Gegentheil von Aufsaugung, nämlich Purgiren ein.

Je nach seinem Salzgehalt ändert sich, wie man deutlich sieht, das Aufsaugungsvermögen der Blutgefäße für das Wasser; ist dessen Salzgehalt kleiner wie der

des Blutes, so wird es mit größter Schnelligkeit aufgenommen; bei einem gleichen Salzgehalt tritt ein Gleichgewicht ein; enthält das Wasser mehr Salz wie das Blut, so tritt dieses Salzwasser nicht wie das salzarme durch die Nieren, sondern durch den Darmkanal aus. *)

---

*) „Das Kochsalz ist selbst den rohesten Nationen meistens ein sehr großes Bedürfniß geworden. In nicht wenigen Ländern ist es eines der werthvollsten Handelsartikel. In mehreren afrikanischen Ländern dient es statt des Geldes. In manchen Gegenden Afrika's werden Menschen gegen Salz verkauft; bei den Galla und an der Sierra-Leone-Küste verhandelt der Bruder die Schwester, der Mann das Weib, die Eltern die Kinder gegen Salz; in der Gegend von Akkra (Goldküste) bekommt man für eine Handvoll Salz, der vornehmsten Waare nach dem Golde, einen wohl auch zwei Sclaven!"

„Nur sehr wenige Nationen enthalten sich des Gebrauchs des Salzes gänzlich"? (der Verf. führt kein Beispiel für eine solche gänzliche Enthaltung an) „oder suchen es durch Surrogate zu ersetzen" (S. 1 und 2). In den nördlichen Bergländern Südens wird das Salz durch den langen Transport durch die Wüste so theuer, daß es nur von den Wohlhabenden genossen werden kann. „Schon Mungo Park erwähnt, daß bei den Mandingo und andern Negerstämmen im Innern des Landes der Ausdruck: er würzt seine Speise mit Salz, gleichbedeutend mit dem Urtheil sei: er ist ein reicher Mann. M. P. empfand selbst durch die Nothwendigkeit, sich des Genusses des Salzes, besonders bei dem langen Gebrauch vegetabilischer Nahrung, zu enthalten, eine Sehnsucht nach dem Salzgenuß, die er mit Worten zu schildern nicht vermochte. Auch Callié versichert daß die Bewohner von Nankan selten Salz zu ihren Speisen anwenden

können weil es zu theuer, und ein Gegenstand des Luxus sei. Die Manding-Neger und die Bambaras bedienen sich des Salzes nur an besonders festlichen Tagen." (S. Lehrbuch der Salinenkunde von Karsten. Berlin 1846. S. 720. 724. 754. 755.)

Es gibt Gegenden, wo man den Thieren Salz reichen muß um sie am Leben zu erhalten; z. B. nach Warden starben in den nördlichen Ländern Brasiliens die Hausthiere, wenn man ihnen nicht eine bestimmte Portion Salz oder Salzsand gab; und nach Roulin wurden in Columbien, wenn das Vieh nicht Salz in Pflanzen, in Wasser oder Erde vorfand, die weiblichen Thiere weniger fruchtbar und die Heerde kam schnell herunter. Möglin'sche Annalen II. 1847. S. 29.

In einer von der Akademie der Medizin in Brüssel gekrönten Preisschrift über den Gebrauch des Salzes sagt Dr. de Saive: das Kochsalz erhöht die Fruchtbarkeit des männlichen und die Empfänglichkeit des weiblichen Geschlechts und verdoppelt die Mittel den Foetus zu ernähren. In der Zeit der Säugung macht das Salz welches die Mutter empfängt den Säugling stärker und die Milch reichlicher und nahrhafter. Das Salz beschleunigt das Wachsthum — macht die Wolle der Schaafe feiner. Das Fleisch der Thiere welche reichlich Salz erhalten ist schmackhafter, nahrhafter und leichter zu verdauen als das der Fleisch fressenden Thiere die kein Salz in ihrer Nahrung empfangen. Journal de Chemie medicale. 1849. S. 127.

Achtundzwanzigster Brief.

Brod und Fleisch oder vegetabilische und animalische Nahrung wirken in Beziehung auf die Funktionen, welche die Menschen mit den Thieren gemein haben, auf einerlei Weise, sie erzeugen in dem lebendigen Leibe dieselben Produkte.

Das Brod enthält in seiner Mischung in dem Pflanzenalbumin und -Fibrin des Klebers zwei Hauptbestandtheile des Fleisches und in seinen unverbrennlichen Bestandtheilen die für die Blutbildung unentbehrlichen Salze, in gleicher Beschaffenheit und in ähnlichem Verhältniß wie das Fleisch: aber das Fleisch enthält außer diesen noch eine Anzahl Stoffe, welche in der vegetabilischen Nahrung völlig fehlen, und es sind von diesen andern Fleischbestandtheilen gewisse Wirkungen abhängig, durch welche sich das Fleisch von anderen Nahrungsmitteln sehr wesentlich unterscheidet.

Wenn man feingehacktes Muskelfleisch mit kaltem Wasser auslaugt und auspreßt, so bleibt ein weißer fas-

riger Rückstand, der aus der eigentlichen Muskelfaser, aus Bindegeweben, Gefäßen und Nerven besteht.

Bei vollkommener Auslaugung löst das kalte Wasser 16 bis 24 Gewichtsprocente des trocknen Fleisches auf; das Fleischfibrin oder der Hauptbestandtheil der Muskelfaser macht über $\frac{3}{4}$ von dem Gewicht des ausgelaugten Fleischrückstandes aus. Wird dieser nach dem Auspressen auf 70 bis 80 °C. erhitzt, so ziehen sich die Fasern zusammen, schrumpfen ein, und werden hornartig hart; es tritt eine Veränderung, eine Art von Gerinnung ein, in deren Folge die Fleischfaser ihre Fähigkeit verliert, Wasser schwammartig einzusaugen und zurückzuhalten, es fließt Wasser aus; ohne daß Wasser zugesetzt worden ist, schwimmt der erhitzte Fleischrückstand in Wasser. Das ausgelaugte und gekochte Fleisch ist wie die Brühe, in welcher es gekocht wurde, geschmacklos oder von schwach eckelerregendem Geschmacke, es läßt sich nicht kauen, und wird selbst von Hunden nicht mehr berührt.

Alle schmeckenden Bestandtheile des Fleisches sind im Fleischsafte enthalten und können durch kaltes Wasser hinweggenommen werden.

Wenn man den wässrigen, von Blutfarbstoff gewöhnlich roth gefärbten Fleischauszug allmälig bis zum Sieden erhitzt, so scheidet sich, wenn die Flüssigkeit die Temperatur von 56 °C angenommen hat, das aufgelöste

Fleisch-Albumin in beinahe weißen käsigen Flocken ab, erst bei 70°C gerinnt der Blutfarbestoff; die Flüssigkeit wird schwachgelblich, klar und färbt Lakmuspapier roth; ein Zeichen von dem Vorhandensein einer freien Säure.

Die Menge des in der Hitze als Gerinnsel sich ausscheidenden Fleisch-Albumins ist je nach dem Alter der Thiere sehr verschieden. Das Fleisch von alten Thieren liefert oft nur 1—2 Procent, das junger Thiere bis 14 Procent.

Der Fleischauszug, nach dem Aufkochen von Blutfarbestoff und Fleischalbumin befreit, besitzt den aromatischen Geschmack und alle Eigenschaften der durch Kochen des Fleisches bereiteten Fleischbrühe. Beim Abdampfen, selbst in gelinder Wärme, färbt er sich dunkel, zuletzt braun und nimmt einen Bratengeschmack an; zur Trockne gebracht, bleiben 12—13 Procent des Fleisches (trocken gedacht) einer braunen etwas weichen Masse, welche in kaltem Wasser leicht löslich ist und in etwa 32 Theilen heißem Wasser gelöst, nach dem Zusatz von etwas Kochsalz, diesem Wasser den Geschmack und alle Eigenthümlichkeiten einer vortrefflichen Fleischbrühe wiedergiebt. Die Intensität des Geschmacks des trocknen Fleischextracts ist sehr groß; kein Hülfsmittel der Küche ist demselben vergleichbar an würzender Kraft.

Der mit kaltem Wasser erschöpfte Fleischrückstand von verschiedenen Thieren ist von gleicher Beschaffenheit,

so daß es nicht möglich ist in diesem Zustande das Ochsenfleisch vom Vogelfleisch oder von Reh, Schwein ꝛc. zu unterscheiden.

Die Fleischbrühe hingegen von dem Fleisch verschiedener Thiere besitzt neben dem allgemeinen Geschmack, in dem sich alle Fleischbrühen gleichen, noch einen besonderen Geschmack, welcher deutlich an den Geruch oder Geschmack des gebratenen Fleisches dieser Thiere erinnert, so daß, wenn dem gekochten Fleisch vom Reh die concentrirte Fleischflüssigkeit vom Ochsenfleisch oder Hühnerfleisch zugesetzt wird, es von gebratenem Ochsen- oder Hühnerfleisch an Geschmack nicht mehr zu unterscheiden ist.

Die Fleischfaser ist, wie aus diesem Verhalten sich ergiebt, im natürlichen Zustande getränkt und umgeben von einer albuminhaltigen Flüssigkeit, und es hängt die zarte Beschaffenheit des gekochten oder gebratenen Fleisches von der Menge des in ihrer Substanz gelagerten und gerinnenden Albumins ab, wodurch das Zusammenschrumpfen, das Hart und Zähwerden der Fleischfaser gehindert wird. Das Fleisch ist blutig gar, wenn es bis auf die Temperatur des gerinnenden Albumins, auf 56°, es ist vollkommen gar, wenn es bis auf 70°—74° erhitzt worden ist, bei welcher Temperatur der Blutfarbestoff gerinnt.

Es ergeben sich hieraus einige für die Zubereitung des Fleisches nicht unwichtige Beziehungen, welche ihres

allgemeinen Interesses wegen der Erwähnung vielleicht nicht unwerth sind. Wird das zur Speise bestimmte Fleischstück in den Topf gethan, wenn das darin befindliche Wasser sich in starkem Aufwallen befindet, das Sieden einige Minuten unterhalten und der Topf sodann an einen warmen Ort gestellt, so daß die Temperatur des Wassers sich auf 70 bis 74° C. erhält, so sind die Bedingungen vereinigt, um dem Fleischstück die zum Genusse geeignete Beschaffenheit zu ertheilen.

Beim Einbringen in das siedende Wasser coagulirt sogleich von der Oberfläche einwärts das Fleischalbumin und bildet eine Hülle, welche das Ausfließen des Fleischsaftes und das Eindringen des Wassers in das Fleischstück nicht mehr gestattet. Das Fleisch bleibt saftig und so schmackhaft als es überhaupt werden kann; der größte Theil der schmeckenden Bestandtheile bleibt im Fleisch.

Wird das Fleischstück hingegen in kaltem Wasser aufgesetzt und dieses langsam zum Sieden gebracht und im Sieden erhalten, so verliert das Fleisch an seinen löslichen und schmeckenden Bestandtheilen, indem die Brühe reicher daran wird; von der Oberfläche nach dem Innern hin löst sich das Albumin auf; die Fleischfaser verliert mehr oder weniger von ihrer kurzen Beschaffenheit und wird hart und zähe. Je dünner das Fleischstück ist, desto größer ist der Verlust an schmeckenden Bestandtheilen.

Es erklärt sich hieraus die bekannte Erfahrung, daß die Methode des Kochens, welche die beste Fleischbrühe liefert, das trockenste, zäheste und fadeste Fleisch giebt, und daß, um genießbares Fleisch zu haben, auf gute Fleischbrühe verzichtet werden muß.

Wird fein gehacktes Fleisch mit seinem gleichen Gewicht kaltem Wasser langsam zum Sieden erwärmt, einige Minuten im Sieden erhalten und dann abgeseiht und ausgepreßt, so hat man die kräftigste und wohlschmeckendste Fleischbrühe, die sich aus dem Fleisch darstellen läßt. Bei längerem Kochen lösen sich aus dem Fleische einige Procente mehr an organischen Bestandtheilen auf, allein der Geschmack und die Eigenschaften der Fleischbrühe werden dadurch in keiner Weise erhöht und verbessert. Durch die Einwirkung der Hitze auf die Fleischfaser fließt stets eine gewisse Menge Wasser oder Fleischsaft aus, woher es kommt, daß das Fleisch beim Kochen, selbst im Wasser eingetaucht, am Gewichte (bis 15 pCt. von dem Gewichte des frischen Fleisches) verliert; bei größeren Stücken ist dieser Verlust geringer.

Auch beim Braten des Fleisches muß die einwirkende Hitze im Anfang am stärksten sein, sie kann später sehr gemäßigt werden. Der wie beim Kochen ausfließende Fleischsaft verdunstet beim vorsichtigen Braten an der Oberfläche des Fleischstücks, und giebt dieser die dunkel-

braune Farbe, den Glanz und den starken gewürzhaften Bratengeschmack.

Die Bestandtheile des Fleischsaftes oder der Fleischbrühe sind sehr zahlreich und nur unvollkommen bekannt, was man übrigens davon weiß, erregt großes Interesse. Es gibt keinen Körpertheil, welcher zusammengesetzter ist, als das Gebilde, welches wir mit Muskel bezeichnen. Unzählige Nerven, so wie feine mit gefärbten und ungefärbten Flüssigkeiten angefüllte Gefäße verzweigen sich in der eigentlichen Muskelsubstanz; was wir mit Wasser daraus auslaugen, enthält die löslichen Bestandtheile des ganzen Gebildes. Die Fleischbrühe ist wie das Fleisch selbst von sehr zusammengesetzter Natur. Die meisten Bestandtheile derselben sind sehr reich an Stickstoff; zwei davon, das Kreatin und Kreatinin, lassen sich in schönen, durchsichtigen, farblosen Kristallen daraus erhalten. Ganz besonders reich ist die Fleischbrühe an unverbrennlichen Bestandtheilen, sie machen über ¼ von dem Gewicht des trocknen Fleischextracts aus.

Die freie Säure der Fleischbrühe scheint erst in Folge einer Veränderung zu entstehen, welche ausnehmend rasch nach dem Tode eintritt, oder durch das Kochen bewirkt wird; die Muskeln frisch getödteter Thiere, vor dem Eintreten der Todtenstarre, färben blaues Lakmuspapier nicht roth.

Das Kreatin ist, was man eine indifferente Sub-

stanz nennt, in dem Sinne jedoch nur, daß es weder die Rolle einer Säure noch die einer Base spielt.

Das Kreatinin hingegen, welches in viel kleinerer Menge als das Kreatin in der Fleischbrühe vorkommt, ist eine starke organische Basis; es reiht sich der Klasse der stickstoffhaltigen organischen Basen des Pflanzenreiches an, zu welcher die furchtbarsten Gifte und wirksamsten Arzneien gehören; es reagirt alkalisch und bildet mit Säuren kristallisirbare Salze; es findet sich nur in thierischen Organismen. Kreatin und Kreatinin sind Produkte des Lebensprocesses und Bestandtheile des Fleisches aller bis jetzt untersuchten Wirbelthiere. Das Fleisch des Menschen ist besonders reich an Kreatin. Beide Stoffe stehen in einer sehr engen Beziehung zu einander; sie enthalten dieselben Elemente, bis auf Wasserstoff und Sauerstoff in dem nämlichen Verhältniß, das Kreatin enthält aber die Elemente von 4 Aeq. Wasser mehr als das Kreatinin; beide können, das eine in das andere verwandelt werden. Bei Berührung des Kreatins mit einer starken Säure trennen sich vier Aeq. Wasser von seinen Elementen und es entsteht Kreatinin, welches einen Theil der Säure neutralisirt. Letzteres nimmt bei der Abscheidung aus seiner Verbindung mit Chlorzink Wasser auf und geht rückwärts in Kreatin über*) (Heintz).

---

*) In einer nicht ganz reinen Kreatininlösung, welche mehrere Monate lang in einem Schranke stand, verwandelte sich all-

Das Vorkommen dieser beiden Körper so wie das ebenerwähnte merkwürdige Verhalten läßt vermuthen, daß sie für den Lebensproceß Bedeutung besitzen, und es scheint namentlich mit dem Uebergang des Kreatins in Kreatinin eine Wirkung verbunden zu sein.

Aus der Fleischflüssigkeit (von Ochsenherz) hat man durch Destillation mit Schwefelsäure noch geringe Mengen an flüchtigen Säuren, Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure, und aus dem Rückstand Inosit, einen stickstofffreien Körper erhalten, der in seiner Zusammensetzung dem Milchzucker gleicht, aber in vielen Eigenschaften von demselben verschieden ist (Scherer); ferner eine der Milchsäure ebenfalls sehr ähnliche, aber in ihren Salzen abweichende stickstofffreie und in der Inosinäure (namentlich in der Fleischflüssigkeit des Huhns) eine stickstoffhaltige Säure.

Alle diese Substanzen machen nur einen kleinen Theil des Fleischextractes aus; die bei weitem größere Masse desselben besteht aus unkristallisirbaren Verbindungen, deren Eigenschaften noch nicht hinlänglich studirt sind, so daß man die Mittel noch nicht kennt, um sie von einander zu scheiden. Zu diesen gehören namentlich die schmeckenden Bestandtheile des Fleischsaftes und die

---

mälig alles Kreatinin in Kreatin, welches in einem einzigen schönen großen Kristall sich absetzte; eine schwache Schimmelbildung fand nebenbei Statt.

unter ihnen, welche in gelinder Wärme sich so leicht bräunen; sodann eine Substanz, welche mit dem Leim die Eigenschaft theilt, in dicken zusammenklebenden Flocken von Gerbstoff oder einem Auszug von Galläpfeln gefällt zu werden. In dem ausgelaugten Fleischrückstand läßt sich keine Harnsäure, und in dem wässrigen Fleischauszug weder Harnsäure noch Harnstoff entdecken, und es scheint dieß anzuzeigen, daß diese Produkte des Stoffwechsels, welche zur Excretion bestimmt sind, mit eben der Schnelligkeit hinweggeführt werden als sie sich bilden. Der Fleischsaft enthält, wie früher bemerkt, eine Chlor-Verbindung und zwar nicht Chlor-Natrium (Kochsalz) sondern vorzüglich Chlor-Kalium. Es ist dieß um so bemerkenswerther, da das Blut, welches in den Muskeln circulirt, verhältnißmäßig so reich an Kochsalz ist. *)

Die Fleischflüssigkeit enthält in ihrer Mischung unzweifelhaft die zur Bildung des ganzen Muskels und zur Vermittelung aller seiner Eigenthümlichkeiten nothwendigen Bedingungen, in dem Fleischalbumin die zum

---

*) In den Muskeln, namentlich den Halsmuskeln eines Alligators, der an einer nicht näher zu bezeichnenden Krankheit gestorben war, welcher dem hiesigen anatomischen Museum zukam, zeigte das Fleisch ein eigenthümliches fleckiges Ansehen und die genauere Untersuchung ergab, daß es von zahllosen kleinen Kristallen von Harnsäure herrührte, welche zwischen den Muskelprimitivbündeln und dem Bindegewebe abgelagert war.

Uebergang in Fleischfibrin, und in den andern Bestandtheilen die zur Erzeugung der Bindegewebe und Nerven dienenden Materien.

Der Fleischsaft enthält die Nahrung des Muskels, das Blut die Nahrung des Fleischsaftes; das Muskelsystem ist die Quelle aller Kraftwirkungen im thierischen Körper und es kann in diesem Sinne der Fleischsaft als die nächste Bedingung der Krafterzeugung angesehen werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus erklärt sich die Wirkung der Fleischbrühe; sie ist die Arznei des Genesenden. Niemand schätzt ihren Werth höher als der Arzt in den Spitälern, für dessen Patienten die Fleischbrühe als Mittel zur Hebung der erschöpften Kräfte durch keine andern Materien des Arzneischatzes ersetzt werden kann; ihre belebende Wirkung auf den Appetit, auf die Verdauungsorgane, die Farbe und das Aussehen der Kranken ist in die Augen fallend.

Es ist einleuchtend, daß die Bestandtheile des Blutes, welche so verschieden von denen des Fleischsaftes sind, eine ganze Reihe von Veränderungen erleiden müssen, ehe sie die zur Erzeugung des belebten Muskels geeignete Form und Beschaffenheit erhalten, ehe sie zu Bestandtheilen des Fleischsaftes werden. In dem Fleische genießen wir diese Produkte, zubereitet nicht in unserm sondern in einem andern Organismus, und es ist aus-

nehmend wahrscheinlich daß sie, oder ein Theil derselben die Fähigkeit behalten in einem zweiten Organismus ähnliche Wirkungen hervorzubringen, wie in dem in welchem sie gebildet wurden.

Darin liegt offenbar der hohe Werth, den das ganze Fleisch als Nahrungsmittel besitzt; Heu und Hafer, Kartoffeln, Rüben, Brod ꝛc. bringen im lebendigen Leibe Blut und Fleisch hervor, aber keins von allen diesen Nahrungsmitteln wiedererzeugt Fleisch mit gleicher Schnelligkeit wie Fleischnahrung und stellt die in der Arbeit verbrauchte Muskelsubstanz mit einem gleich geringen Aufwand von organischer Kraft wieder her.

Einsichtsvolle und erfahrne Aerzte und Chemiker, darunter vorzüglich Parmentier und Proust, haben sich vor Jahren bemüht dem Fleischextract eine ausgedehntere Anwendung zu verschaffen. „„Im Gefolge eines Truppencorps“, sagt Parmentier, „würde der Fleischextract dem schwerverwundeten Soldaten ein Stärkungsmittel bieten, welches mit etwas Wein seine durch großen Blutverlust geschwächten Kräfte augenblicklich heben und ihn in den Stand setzen würde, den Transport in's nächste Feldspital zu ertragen.““ „Es giebt keine glücklichere Anwendnung die sich erdenken ließe,“ sagt Proust. „Welche kräftigendere Arznei, welche mächtiger wirkende Panacee als ein Stück des ächten Fleischextractes aufgelöst in einem Glase edlen Weins? Die ausgesuchtesten Lecker-

bissen der Gastronomie sind alle für die verwöhnten Kinder des Reichthums! Sollten wir denn Nichts in unseren Feldlazarethen haben für den Unglücklichen, den sein Geschick verurtheilt, für uns die Schrecken eines langen Todeskampfes im Schnee und im Koth der Sümpfe zu erdulden?"

Jetzt, nachdem uns die Wissenschaft mit der Natur und Beschaffenheit des Fleischsaftes genauer bekannt gemacht hat, erscheint es als eine wahre Gewissenssache, die Vorschläge dieser edlen Männer der Aufmerksamkeit der Regierungen wiederholt zu empfehlen.

In Podolien, in Buenos Ayres, in Mexico, in Australien*), in vielen Gegenden der vereinigten Staaten Nordamerikas, wo das Rindfleisch oder das Fleisch von Schaafen kaum einen Werth besitzt, ließen sich mit den einfachsten Mitteln die größten Quantitäten des besten Fleischer-

---

*) Herr James King, einer der intelligentesten Colonisten Australiens, welcher sich die ausgezeichnetsten Verdienste um die Cultur des Weinstocks in diesem Welttheil erworben hat, schreibt mir Folgendes: „(Irrawang near Raymond Terace, New South Wales, 26. Oct. 1850.) Die hiesige Gegend ist ein sehr ausgedehntes und vorzügliches Waide-Land. Hornvieh und Schaafe sind zahlreich und wohlfeil. Tausende derselben werden jeden Monat geschlachtet, und das Fleisch zur Gewinnung des Fettes ausgekocht; der nahrhafte Theil des Fleisches wird als nutzlos hinweggeworfen; das allerbeste Ochsenfleisch kostet nicht über einen halben Penny (1½ kr.) das Pfund."

tractes sammeln, dessen Zufuhr für die kartoffelessende Bevölkerung Europas vielleicht eine ganz besondere Bedeutung gewinnen dürfte. Für die zahlreichen Hospitäler des Continentes und die bedauernswürdigen Bewohner derselben würde dieser Fleischertract die Fleischbrühe ersetzen, und der Arzt darin das Mittel haben, stets und unter allen Umständen eine Fleischbrühe von gleichförmiger Beschaffenheit und beliebiger Stärke zu verordnen.

Es ist mehrmals schon versucht worden, in Gegenden, wo das Fleisch sehr wohlfeil ist, Fleischextract im Großen zu fabriziren, und unter dem Namen Suppentafeln einen Gegenstand des Handels daraus zu machen, aber das Produkt dieser Fabriken erwarb sich keine Freunde und wurde gerade in den Hospitälern, wo man es vorzugsweise hätte brauchen können, nicht angewendet. Der Grund hiervon lag in dem Produkt selbst, es war zu theuer und man wurde bald gewahr, daß es die Eigenschaften und Wirkungen der Fleischbrühe nicht hatte. Die schlechte Beschaffenheit der sogenannten Suppentafeln wurde vorzüglich durch eine ganz irrige Ansicht über die Ursache der Wirksamkeit der Fleischbrühe herbeigeführt. Man hatte nämlich gesehen, daß die durch Kochen vom Fleisch bereitete Fleischbrühe, bei einer gewissen Concentration, ähnlich wie alle stark und gewürzhaft schmeckenden Fleischsaucen zu einer Gallerte gesteht,

und man gab sich, ohne eigentlich einen Grund dafür zu haben, der Meinung hin, daß diese am meisten in die Augen fallende Substanz auch die wirksamste und wichtigste und der Hauptbestandtheil der Fleischbrühe sei; so kam es denn nach und nach, daß man die gelatinirende Substanz für die Fleischbrühe selbst nahm; und da die Fabrikanten der Suppentafeln bald wahrnahmen, daß das beste Fleisch nicht die schönsten Tafeln gebe, daß das weiße Fleisch dieselben härter und leichter aufzubewahren machte und die Sehnen, Füße, Knorpel, Knochen, Elfenbein und Hirschhorn die schönsten, klarsten, durchsichtigsten Gallerttafeln lieferten, die man wohlfeil gewann und zu hohem Preis verkaufte, da verwandelte der Unverstand und die Liebe zum Gewinn die kostbaren Bestandtheile des Fleisches in Leim, der sich vom gewöhnlichen Tischlerleim nur durch seinen hohen Preis unterschied. Es war kein Wunder, daß dieses Produkt sich keinen Eingang verschaffen konnte.

Die irrige Ansicht, daß die Leimsubstanz das wirkende Princip in der Fleischbrühe sei, führte zuletzt in dem Hospitale St. Louis in Paris zu dem Versuch, die ächte, wahre Fleischbrühe zur Hälfte durch Leim, den man aus Knochen durch Kochen bereitet hatte, zu ersetzen, aber von da an wurde die Wirksamkeit der Leimsubstanz Gegenstand der Beobachtung wissenschaftlicher Männer (Donné), und die von ihnen ermittelten Thatsachen führ-

ten zu einem Widerstreite der Meinungen und in Folge desselben zu werthvollen Untersuchungen (worunter die einer Commission der französischen Akademie, an deren Spitze Magendie stand, besonders hervorzuheben sind) über die Ernährungsfähigkeit des Leims und die Ernährung überhaupt, wodurch die früheren Irrthümer berichtigt und eine Menge neuer Thatsachen über den Ernährungswerth vieler animalischer und vegetabilischer Nahrungsmittel festgestellt und gewonnen wurden. Es ist jetzt durch die überzeugendsten Versuche bewiesen, daß die an sich geschmacklose und beim Genusse ekelerregende Leimsubstanz keinen Ernährungswerth besitzt, daß sie, selbst begleitet von den schmackhaften Bestandtheilen des Fleisches, den Lebensproceß nicht zu unterhalten vermag und als Zusatz zu der gewöhnlichen Lebensordnung den Ernährungswerth der Speisen nicht erhöht, sondern im Gegentheile beeinträchtigt, unzureichend und unvollständig macht; daß ihr Genuß eher schädlich als nützlich ist, weil sie nicht wie die von der Natur zur Respiration bestimmten stickstofffreien Substanzen, gleich diesen in dem Leibe ohne Rückstand verschwindet, sondern das Blut mit stickstoffhaltigen Produkten überladet, deren Gegenwart die organischen Vorgänge stört und hindert.

Wir wissen jetzt, daß die wirksamen Bestandtheile der Fleischbrühe in dem wäßrigen Auszug fertig gebildet enthalten und nicht Produkte der Küche sind und daß

der Leim der Fleischbrühe erst beim anhaltenden Kochen des Fleisches aus dem Bindegewebe der Muskeln entsteht. Seit dieser Zeit ist man von der Anwendung der Leimsubstanz als Ernährungs- und Stärkungsmittel völlig zurückgekommen, sie hat sich jetzt nur noch in der Form von schleimigen sehr wenig ansprechenden Suppen aus Fischflossen und Schildkrötenfleisch in China und England als die selten richtig gewürdigte Quelle von Störungen des Verdauungsprocesses in dem Bereiche der unwissenschaftlichen Kochkunst erhalten. *)

---

*) Es bedarf wohl keiner besonderen Hervorhebung, daß die Personen, welche sich geneigt finden, Fleischextract für den Handel zu bereiten, ihren Zweck völlig verfehlen werden, wenn sie die Fehler ihrer Vorgänger nicht mit aller Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit zu vermeiden suchen. Ein halbstündiges Kochen des feingehackten Fleisches mit der 8—10 fachen Wassermenge reicht hin, um alle wirksamen Bestandtheile desselben aufzulösen. Die Brühe muß vor dem Abdampfen von allem Fett (welches ranzig werden würde) auf das sorgfältigste befreit und das Abdampfen im Wasserbade bewerkstelligt werden. Der Fleischextract ist niemals hart und brüchig, sondern weich und zieht die Feuchtigkeit der Luft stark an. Das Auskochen des Fleisches kann in reinen kupfernen Kesseln geschehen, zum Abdampfen sollten hingegen Gefäße von feinem Zinn oder besser von Porzellan gewählt werden. Wenn der Preis des Pfundes sich nicht höher als zu etwa einem Thaler preuß. stellt, so würde der Fleischextract sicher einen gewinnreichen Handelsartikel abgeben. Hier in Gießen läßt sich das Pfund, die Kosten der Darstellung ungerechnet nicht unter 2 bis $2\frac{1}{2}$ Thaler darstellen.

Es ist durch Erfahrung anerkannt, daß der Ernährungswerth des gekochten Fleisches sich vermindert, wenn es ohne die Fleischbrühe genossen wird, und durch directe Versuche bewiesen, daß das völlig ausgekochte und ausgelaugte Fleisch kaum einen Ernährungwerth noch besitzt. In den Versuchen der französischen Akademiker verlor ein Hund der 12,6 Pf. wog und täglich ½ Pf. gekochtes Muskelfleisch erhielt, welches in Wasser eingeweicht, ausgepreßt und möglichst vom Fett befreit worden war, in 43 Tagen ¼ von seinem Gewichte; nach 55 Tagen war seine Magerkeit auf's äußerste gekommen, der Hund vermochte kaum noch den vierten Theil seiner Ration zu fressen und die völlige Erschöpfung war sichtbar; das Thier blieb dabei lebhaft, sein Haar glänzend, und es zeigte keineswegs die Erscheinungen der Schwindsucht, genau so wie wenn es täglich eine gute Nahrung, aber in zu kleiner, dem Bedürfniß nicht entsprechender Menge empfangen hätte. Auf der andern Seite beobachtete man an Hunden, welche täglich eine gleiche Menge rohes Fleisch (welches mehr Wasser und weniger feste Substanz wie gekochtes enthält) der schlechtesten Qualität (von Schaafköpfen) erhielten, nach 120 Tagen kein Zeichen eines gestörten Gesundheitszustandes, ihr Gewicht blieb unverändert. Es ist ganz gewiß, daß auch das erstere Thier gesund geblieben wäre, wenn es das gar gekochte aber unausgelaugte Fleisch mit der Brühe

bekommen hätte, und es war somit die Abnahme der Ernährungsfähigkeit des Fleisches offenbar herbeigeführt durch die Entziehung der Bestandtheile des Fleischsaftes.

Keiner von allen organischen Bestandtheilen der Fleischbrühe macht, soweit die gegenwärtigen Untersuchungen reichen, einen Bestandtheil der Blutflüssigkeit aus; wir nehmen an, daß diese Bestandtheile zur Wiedererzeugung eines Muskels im lebendigen Körper beitragen können, aber sie sind unfähig in Blutalbumin, oder Blutfibrin überzugehen; sie lassen sich ebensowenig als nothwendige Bedingungen des Verdauungs- und Ernährungsprocesses betrachten, da Milch und die vegetabilischen Nahrungsmittel vollen Ernährungswerth besitzen, ohne eine diesen Bestandtheilen ähnliche Materie zu enthalten.

Es läßt sich demnach nicht behaupten, daß die Abnahme des Ernährungswerthes des Fleisches durch Entfernung der organischen Bestandtheile des Fleischsaftes bedingt werde, und wir haben sonach den Grund dieser Erscheinung in den unverbrennlichen Bestandtheilen der Fleischbrühe oder des Fleischsaftes zu suchen.

Es genügt, einen Blick auf die Analysen der Asche des Fleisches, der Fleischbrühe und des ausgekochten und

ausgelaugten Fleisches zu werfen, um sogleich wahrzunehmen, daß beim Kochen des Fleisches und Auslaugen die überwiegende Menge der Salze des Fleisches in die Fleischbrühe übergehen.

Vergleicht man nun die Aschenbestandtheile des Fleisches mit denen des Blutes der fleischfressenden Thiere, so findet man, daß beide (bis auf das Kochsalz im Blute) die nämlichen Elemente, sehr nahe in derselben Menge und demselben Verhältnisse enthalten. Das Fleisch enthält die Salze des Blutes und, wie die Fütterung mit Fleisch unwiderleglich darthut, in einem zur Blutbildung geeigneten und die vitalen Vorgänge in keiner Weise störenden Verhältnisse.

Wenn aber das Fleisch ausgekocht und ausgelaugt wird, so tritt eine Theilung dieser Salze ein, das rückständige Fleisch behält ein weit kleineres Verhältniß davon zurück, als wie das Blut enthält.

Das ganze Fleisch hinterläßt nach dem Einäschern 3½ Procent (des trocknen Fleisches) an Salzen, das ausgekochte Fleisch noch nicht ganz 1 Procent. Von zehn Pfund frischem Fleisch erhält man im Ganzen 42,92 grm. Asche; wenn diese zehn Pfund Fleisch ausgelaugt und ausgekocht werden, so gehen 35,28 grm. von diesen 42,92 grm. in die Fleischbrühe über; in dem ausgekochten Fleisch bleiben 7,61 grm.; das ganze Fleisch enthält

in seiner Asche über 40 p. c. Kali; das ausgekochte Fleisch nur 4,78 p. c.*)

Die ganze Menge der Salze des Fleisches wäre nöthig und zureichend gewesen um aus dem Fleischfibrin und Albumin Blut von gleichen Eigenschaften, wie das im lebendigen Leibe vorhandene Blut zu erzeugen und es ist vollkommen einleuchtend, daß mit der Hinwegnahme von 4/5 (82 p. c.) von diesen zur Blutbildung unentbehrlichen Salzen, das Fleisch um ebensoviel an

---

*) Zusammensetzung der Fleischasche nach Keller.

Phosphorsäure	36,60
Kali	40,20
Erden u. Eisenoxyd	5,69
Schwefelsäure	2,95
Chlorkalium	14,81
	100,25

	davon gehen beim Kochen des Fleisches in die Fleischbrühe	es bleiben im Fleisch Rückstand
Phosphorsäure	26,24	10,36
Kali	35,42	4,78
Erden u. Eisen	3,15	2,54
Schwefelsäure	2,95	—
Chlorkalium	14,81	—
	82,57	17,68

Die Fleischbrühe enthält 0,46, der Rückstand 1,42 phosphorsaures Eisenoxyd.

seinem Blutbildungswerth verlor. Durch den Mangel an Salzen wurde die Fähigkeit des Fleisches, eine Veränderung in dem Leibe zu erleiden, nicht aufgehoben, aber seine Hauptbestandtheile (Fleischfibrin und Albumin) konnten aus Mangel an den nöthigen Vermittlern nicht zu Bestandtheilen des Blutes werden, und indem das Fleisch in ein (sehr unvollkommenes) Respirationsmittel überging, verlor es an seiner ernährenden Kraft; sein Blutbildungswerth nahm ab mit der Quantität der entzogenen Salze und um ebensoviel vielleicht in Folge des, durch die Theilung derselben herbeigeführten für die Blutbildung ungeeigneten Verhältnisses. Das ausgekochte Fleisch enthält in seiner Asche über 17 p. c. Phosphorsäure mehr als zur Hervorbringung von Salzen von alkalischer Beschaffenheit, wie sie das Blut verlangt, erforderlich ist; durch eine Spaltung der Salze dieser Fleischasche in ein saures Salz, von dem wir uns denken können, daß es durch die Nieren abgesondert werde, und in ein Salz von alkalischer Beschaffenheit, welches zur Blutbildung verwendbar wäre, mußte die wirksame Menge dieser Aschenbestandtheile noch verringert werden.*)

*) Ein Nahrungsmittel, welches wie das Eigelb des Hühnereies in seiner Asche Kali und Phosphorsäure im Verhältniß wie die sauren Salze dieser Säure (PO_5, MO) enthält, kann, indem eine solche Spaltung nicht mehr möglich ist, für sich keinen

Man versteht jetzt den Grund der Abnahme des Ernährungswerthes des eingesalzenen Fleisches, so wie den Einfluß den dessen ausschließlicher Genuß auf die Beschaffenheit der Säfte und des Blutes ausübt. Jede Hausfrau weiß, daß frisches Fleisch mit Kochsalz bestreut, ohne daß ein Tropfen Wasser zugesetzt wird, nach einigen Tagen in einer Salzlake schwimmt; daß das Gewicht des Fleisches in Salzwasser gelegt, beträchtlich ab- und das Wasser zunimmt. Das frische Fleisch enthält nämlich über $^3/_4$ von seinem Gewicht an Wasser, welches darin wie in einem Schwamme aufgesaugt enthalten ist; das Vermögen des Fleisches, salzhaltiges Wasser aufzusaugen und zurückzuhalten, ist aber weit geringer; unter gleichen Verhältnissen nimmt es nur halbsoviel gesättigtes Salzwasser als reines Wasser in seine Poren auf. Daher kommt es denn, daß das frische Fleisch in Be-

---

Blutbildungswerth besitzen. Magendie berichtet in seinen Versuchen: „Da wir viel Eidotter zu unserer Verfügung hatten, so wollten wir uns versichern, ob die Hunde sich damit ernähren ließen. Zu diesem Zwecke gaben wir 12 bis 15 hartgekochte Eidotter gesunden jungen Hunden von vortrefflichem Appetit. Am ersten Tag wurden die Eidotter, wiewol mit einigen Zeichen von Widerwillen gefressen, den zweiten war dieser noch stärker und am vierten Tag wurden sie von den Thieren nicht mehr berührt, obwohl sie im höchsten Grad hungrig waren." Das Eigelb macht 40, das Eiweis 60 pCt. des Hühnereis aus, das erstere enthält bis 1,5 pCt. (siehe Seite 501 Note) das andere nur 0,65 pCt. an unverbrennlichen Bestandtheilen.

rührung mit Kochsalz, indem das Wasser desselben zu Salzwasser wird, Wasser ausfließen läßt; aber dieses austretende Wasser, was wir in der Salzlake haben, ist nicht reines Wasser, sondern es ist Fleischsaft, es ist Fleischbrühe mit allen ihren wirksamen organischen und unorganischen Bestandtheilen; das Fleisch verliert durch das Einsalzen in Folge der Entziehung und Theilung der darin vorhandenen zur Blutbildung nöthigen Salze gerade wie durch Auskochen an seinem Ernährungswerth. Von drei Centner Fleisch kann durch die vollständige Wirkung des Salzes ein Centner für den Lebensproceß unwirksam und in ein schädliches Respirationsmittel umgewandelt werden. Es läßt sich diesem Verlust vorbeugen (was mit Erfolg versucht worden ist), wenn die Salzlake bis zum Auskristallisiren des Kochsalzes abgedampft und die rückständige syrupdicke Mutterlauge, (welche eine sehr concentrirte Auflösung von Fleischextract darstellt) nach dem Garkochen des Salzfleisches, diesem zugesetzt und mitgenossen wird. Es ist natürlich bequemer, obwohl kostbarer, dem Salzfleisch die entzogenen Bestandtheile des Fleischsaftes in Form von reinem Fleischextract zuzusetzen.

Das Fleisch enthält in seiner Mischung gewisse allgemeine Bedingungen der Verdauung und Ernährung, in denen ihm andere thierische oder vegetabilische Nahrungsmittel gleichen; durch das Fleischfibrin und Fleischalbumin besitzt es einen bestimmten Werth für die Er=

zeugung des Blutalbumins und -Fibrins, in dem Fett einen Werth für die Wärmebildung und in den Salzen einen Werth für die Vorgänge der Blut- und Wärmebildung und der Secretionsprocesse; außer diesen besitzt das Fleisch in den so merkwürdigen Bestandtheilen des Fleischsaftes einen besondern Werth für Vorgänge höherer Art, durch welche es sich von allen andern thierischen Nahrungsmitteln unterscheidet.

Nicht alle Fleischsorten sind sich in diesen verschiedenen Werthen gleich. Das Kalbfleisch ist z. B. in Beziehung auf das Verhältniß der darin enthaltenen Salze grundverschieden von dem Rindfleisch; die Menge der Aschen von beiden Fleischsorten ist zwar nahe gleich, aber das Rindfleisch ist weit reicher an Alkalien. Unter den unverbrennlichen Bestandtheilen des Kalbfleisches*) befinden

---

*) Kalbfleisch-Asche Analyse von Staffel
(nach Abzug des Kochsalzes)

Phosphorsaures Kali . .	68,05	$PO_5, 2MO$ . .	73,71
Phosphorsaures Natron .	5,66		
Phosphorsaurer Kalk . .	3,72	. . . .	9,97
Phosphorsaure Bittererde.	6,24		
Freie Phosphorsäure			15,10
Eisenoxyd			0,30
Kieselerde			0,92
			100,99

Die Rindfleischasche enthält nach Staffel 1,06 Eisenoxyd.

sich über 15 p. c. mehr Phosphorsäure, als zur Hervorbringung eines alkalischen Salzes dieser Säure gehört; es enthält verhältnißmäßig wenig von dem eigentlichen leicht verdaulichen Fleischfibrin; die größte Masse der Kalbfleischfaser besteht aus einer dem Blutfibrin ähnlichen Substanz, die in Salzsäure-haltigem Wasser aufquillt ohne sich zu lösen; es ist reich an löslichem Bindegewebe und in der Regel arm an Fett.

Sehr wesentlich unterscheidet sich ferner das Kalbfleisch von dem rothen Fleisch, dem Rindfleisch z. B. durch seinen weit kleineren Eisengehalt.

Unter den unorganischen Substanzen macht das Eisen im oxidirten Zustande einen Hauptbestandtheil des Blutes aus, es beträgt (nach Abzug des Kochsalzes) über 20 p. c. der ganzen Blutasche (von Menschen-, Ochsen-, Schaaf- etc. Blut) und die Beständigkeit des Vorkommens, so wie die so große Quantität von Eisen im Blute deuten den hohen Werth, den es für die vitalen Prozesse besitzen muß, hinlänglich an.

Das Eisen ist einer der Hauptbestandtheile des Blutfarbestoffs und durch diesen der Blutkörperchen. Die Blutkörperchen sind die Vermittler aller Wirkungen des Blutes, sie vermitteln den Austausch der Gase in der Respiration und den ganzen Stoffwechsel, die Wärme- und Krafterzeugung. Die Stärke und Intensität dieser Vorgänge steht in einem ganz bestimmten Ver-

hältniß zu der Anzahl der Blutkörperchen und durch diese zum Eisengehalt des Blutes. Es giebt Krankheiten, wie viele Fälle der Bleichsucht, in welchen die Anzahl der Blutkörperchern um $\frac{1}{4}$ und der Eisengehalt der Blutasche in ganz gleichem Verhältniß vermindert ist, und es hat die Erfahrung gezeigt, daß die Symptome derselben, große körperliche Ermüdung und Schwäche, bleiches Aussehen, niedrige Temperatur, in diesen Fällen durch kleine Gaben von Eisensalzen vollständig gehoben und die Gesundheit wiederhergestellt werden kann.

Die Wirkung des Eisens und seine Nothwendigkeit als Bestandtheil der Nahrung ist hiernach offenbar. Wir können uns die Bildung der Blutkörperchen nicht denken ohne Eisen. Eine kräftige Nahrung muß unter allen Umständen eine gewisse Menge Eisen enthalten, entsprechend der Menge, welche täglich unwirksam geworden und durch den Darmkanal ausgetreten ist; es ist gewiß, daß bei Ausschluß des Eisens in der Nahrung das organische Leben nicht besteht.

Die vegetabilische Nahrung, namentlich die Getreidesamen und durch diese das Brod, enthalten ebensoviel Eisen wie das Rindfleisch, überhaupt wie das rothe Fleisch, das Kalbfleisch enthält $\frac{1}{3}$ weniger wie das Rindfleisch; der Käse, die Eier und namentlich die Fische enthalten im Verhältniß zu den Alkalien noch weit weniger wie das Kalbfleisch.

Die Milch (0,47 p. c.), der Käse, die Eier und Fische gehören zu den sogenannten Fastenspeisen und es ist höchst wahrscheinlich, daß die Zwecke, welche religiöse Vorschriften durch den Ausschluß des Fleisches und namentlich des rothen Fleisches erzielen, in dem Mangel des Eisens ihre Erklärung finden. *)

Die andern unverbrennlichen Bestandtheile des Fischfleisches sind die nämlichen wie die des Ochsenfleisches. Wenn die Fische gekocht werden, so geht ein Theil der löslichen Bestandtheile ihres Fleisches in die Brühe über, welche in der Regel nicht genossen wird, und ihr Blutbildungswerth wird dadurch vermindert. Besonders niedrig stellt sich der Ernährungswerth der getrockneten (Stockfisch) und gesalzenen Fische, welche

*) Asche von Käse nach Abzug des Kochsalzes.

	Labkäse Schweizer Käs (Johnson)	aus saurer Milch sog. deutscher Handkäs (Johnson)
Alkalien	13,48	42,69 †)
Kalk	39,22	8,92
Bittererde	1,77	0,00
Eisenoxid	0,35	0,40
Phosphorsäure	45,00	47,88
Kieselerde	0,18	0,11
	100,00	100,00

†) Unter diesen Alkalien befanden sich 25,68 pCt. Natron, welche höchstwahrscheinlich durch Zersetzung des Kochsalzes in die Käsasche gekommen sind, denn die Milch enthält keine oder nur Spuren von Natronsalzen.

vor dem Genusse gewässert und ausgelaugt werden müssen.*)

In vielen Theilen Deutschlands wässert man den Stockfisch mit Kalkwasser, und es hat der Instinkt darin das von der Wissenschaft gebotene Mittel gefunden, um einen großen Theil der Phosphorsäure in der Form von Knochenerde in der Speise zu behalten, so wie denn dieser untrügliche Rathgeber der Menschen und Thiere den Mängeln des Kalbfleisches, der Fische, der Eier durch Zugabe von grünen Gemüsen, Kartoffeln, Salat zu begegnen gelehrt hat. Die Küchenkräuter füllen in dieser Beziehung viele Lücken aus; die Quantität von Salzen, von alkalischen Erden und Alkalien, welche manche Küchengewächse enthalten, erregt Erstaunen; der Sellerie

---

*) Asche des Stockfischfleisches
mit Kalkwasser gewässert und ausgelaugt:
(Zedeler.)

Phosphorsäure	16,775
Natron	4,259
Kali	3,700
Kalk	40,218
Magnesia	3,272
Eisenoxyd	0,537
Schwefelsäure	1,643
Kohlensäure	13,555
Kochsalz	15,112
	99,071

100 Th. des trockenen Fleisches hinterließen 7,25 pCt. Asche.

enthält 16 bis 20 p. c., der gewöhnliche Schnittsalat 23 bis 24 p. c., der Rosenkohl (Kohlknospen) bis 10 p. c. der trocknen Pflanze an Aschenbestandtheilen.

Um zu einem klaren Begriff des Ernährungswerthes des Käsestoffs, Blutfibrins und der Leimgebenden Gebilde zu gelangen, ist es nöthig, von einem höheren Gesichtspunkte aus ihre Zusammensetzung in's Auge zu fassen.

Ordnet man die Bestandtheile des thierischen Körpers, welche seine Hauptmasse ausmachen, sowie den Käsestoff und die Endprodukte des Stoffwechsels nach ihrem Stickstoffgehalte und dem Verhältnisse desselben zu dem Kohlenstoff und stellt diejenigen voran, welche die kleinste Menge Stickstoff enthalten, so hat man folgende Reihe:

			Aeq.			Aeq.	
1.	Blutalbumin .	enthält	1	Stickstoff	auf	8	Kohlenstoff
2.	Fleischalbumin	—	1	—	-	8	—
3.	Eieralbumin .	—	1	—	-	8	—
4.	Fleischfibrin .	—	1	—	-	8	—
5.	Casein . . .	—	1	—	-	8	—
6.	Chondrin . .	—	1	—	-	8	—
7.	Blutfibrin . .	—	1	—	-	$7^{3}/_{7}$	—
8.	Horngebilde und Haare	—	1	—	-	7	—
9.	Leimgewebe, Membranen	—	1	—	-	$6^{1}/_{3}$	—
10.	Inosinsäure .	—	1	—	-	5	—
11.	Glycocoll . .	—	1	—	-	4	—
12.	Kreatin und Kreatinin .	—	1	—	-	$2^{2}/_{3}$	—

			Aeq.		Aeq.	
13. Harnsäure	. enthält	1	Stickstoff	auf	2½	Kohlenstoff
14. Allantoin . .	—	1	—	-	2	—
15. Harnstoff*) .	—	1	—	-	1	—

Mit dem Albumin beginnt, mit dem Harnstoff endigt die Reihe der in dem lebendigen Leibe gebildeten Stickstoffverbindungen.

Das Albumin ist die höchste, der Harnstoff die niedrigste Verbindung. Der Organismus der Pflanze fügt niedere zu höheren Verbindungen zusammen, in dem Kreislauf des thierischen Lebens fallen die höheren in nie-

---

*) Von den in dieser Reihe aufgeführten Stoffen ist das Albumin des Blutes, der Eier und des Fleisches sowie das Casein der Milch häufig in diesen Briefen schon erwähnt. Das Chondrin ist die organische Substanz der Knochen der Thiere vor der Ossifikation, es ist der Leimsubstanz in vielen Eigenschaften ähnlich, aber in seiner Zusammensetzung wesentlich davon abweichend. Das Glycocoll ist durch seine Eigenschaften sehr merkwürdig, obwohl weder sauer noch alkalisch, spielt es dennoch die Rolle einer Säure und einer Basis; es kann aus Leimsubstanz, Cholsäure und Hippursäure dargestellt und als Paarling dieser Verbindungen betrachtet werden; die Cholsäure ist ein Hauptbestandtheil der Galle, die Hippursäure, Harnsäure, Allantoin und Harnstoff sind Bestandtheile des Harns. Die Hornsubstanz ist keine einfache Verbindung; wenn man Hornspäne mit Wasser bedeckt an einen warmen Ort stellt, so gehen sie in Fäulniß über und die Substanz derselben zerfällt in zwei Produkte, wovon das eine Aehnlichkeit mit Käsestoff, das andere mit Albumin hat; sie weichen aber beide in ihrer Zusammensetzung davon ab.

dere auseinander. Die Verbindungen von dem Albumin abwärts enthalten den Stickstoff des Albumins, sie sind aus dem Albumin entstanden unter dem Einfluß des Sauerstoffs, durch allmäliges Austreten von Kohlenstoff oder einer Kohlenstoffverbindung, und es ist für diese Körper der thierische Lebensproceß, ein Proceß der Rückbildung in niedere und unorganische Verbindungen. Von der Inosinsäure abwärts besitzen die folgenden keine organische Form mehr; das Glycocoll, die Harnsäure, Allantoin und Harnstoff sind kristallisirbar, d. h. ihre Gestalt ist bedingt durch eine unorganische Kraft.

Wir verstehen hiernach wie aus Fleischfibrin Blutfibrin, aus Blutfibrin die Substanz der Membranen und Bindegewebe entstehen können, aber aus Leimsubstanz oder Blutfibrin kann kein Albumin gebildet werden; aus der höheren kann die niedere, aber nicht umgekehrt entstehen; eine solche Aufwärtsbildung steht im Widerspruch mit den im thierischen Leibe wirkenden Kräften.

Wir sind im Stande unter Mitwirkung der nämlichen Bedingungen, welche in dem Organismus wirken, aus Harnsäure Allantoin, aus Kreatin und Harnsäure Harnstoff darzustellen, und wir haben allen Grund zu glauben, daß wir Harnsäure und Harnstoff aus Leimgebilden, die Substanz der Membranen aus Blutfibrin werden darstellen können, eben weil es Bildungen

abwärts in der organischen Reihe sind. Die Gesetze des Zerstörens ermittlen wir immer zuerst, ob wir die des Aufbauens jemals kennen lernen werden, steht dahin.

Es wird häufig behauptet und ist in den vorhergehenden Briefen gesagt, daß das Albumin und Casein identisch seien: dieß ist in strengem Sinne nicht richtig, nur Fleischfibrin und Blutalbumin sind identisch; das Albumin der Eier hingegen nicht, denn es enthält auf dieselben Elemente die Hälfte mehr Schwefel. Es ist sicher, daß dieser Schwefel austreten muß, wenn Eieralbumin in Blutalbumin übergeht. Ein ähnliches wiewohl umgekehrtes Verhältniß zeigt das Casein; auf die gleiche Menge Schwefel enthält es mehr Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff wie das Blutalbumin und es ist vollkommen gewiß, daß aus diesem Bestandtheil der Milch, wenn er zu Blutalbumin in dem Organismus des jungen Thieres wird, nothwendig eine Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoffhaltige Verbindung austreten muß, weil nur auf diese Weise eine Substanz mit höherem Schwefelgehalt daraus entstehen kann.

Von den beiden Säuren in der Galle ist die eine, die Choleinsäure schwefelhaltig; es ist ganz gewiß daß diese Schwefelverbindung aus dem schwefelhaltigen Blutfibrin oder Blutalbumin und nicht aus der schwefelfreien Substanz der Membranen und Bindegewebe entspringt.

Wenn wir nun nach dem Mittel der vorhandenen besten Analysen die procentische Zusammensetzung der Hauptbestandtheile des Thierkörpers, des Caseins, der Bestandtheile der Galle und des Harns in Aequivalenten ihrer Elemente ausdrücken, so finden wir, daß diese zu jenen in folgenden Verhältnissen zu einander stehen:

In dem

		Schwefel	Stickstoff	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Blutalb. Fleischalb. Fleischfibr.	befinden sich auf	2 Aeq.	27 A.	216 A.	169 A.	68 A.*)
Eieralbumin . .		3 =	27 =	216 =	169 =	68 =
Casein . . .		2 =	36 =	288 =	228 =	90 =
Blutfibrin . . .		2 =	40 =	298 =	228 =	92 =
Chondrin . . .		— =	9 =	72 =	59 =	32 =
Leimgebilde . .		— =	13 =	82 =	67 =	32 =
Choleinsäure . .		2 =	1 =	52 =	45 =	14 =
Cholsäure . . .		— =	1 =	52 =	43 =	10 =
Harnsäure . .		— =	4 =	10 =	4 =	6 =
Harnstoff . . .		— =	2 =	2 =	4 =	2 =

*) Zusammensetzung des

	Blutalbumins.		Caseins.		Blutfibrins.	
nach obiger	Formel	Analyse	Formel	Analyse	Formel	Analyse
Schwefel . .	1,3	1,30	0,9	0,9	0,98	1,00
Kohlenstoff .	53,5	53,50	53,7	53,6	53,4	53,2
Stickstoff . .	15,6	15,50	15,7	15,8	16,8	17,2
Wasserstoff .	7,0	7,16	7,1	7,1	6,8	6,9
Sauerstoff .	22,6	22,54	22,6	22,6	22,2	21,7
	100,0	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0

In diesen Formeln liegt nichts hypothetisches; es sind Zahlenausdrücke für Thatsachen, und ebenso wahr wie die Analysen auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft es sind; sie bieten uns den Vortheil dar, die Abweichung in der Zusammensetzung dieser verschiedenen Körper mit einem Blick übersehen zu können, aber es liegt in ihnen vielleicht noch etwas mehr.

Wenn wir mit Bestimmtheit wüßten, daß diese Formeln für Albumin, Blutfibrin, Casein, Chondrin, Leimgebilde nicht blos die nächsten Ausdrücke des relativen Verhältnisses ihrer Elemente wären, was sie wirklich sind, sondern auch richtige Ausdrücke für die Anzahl der Aequivalente ihrer Elemente in einem kleinsten Theilchen oder Atom derselben, so würden sie geeignet sein uns eine weit tiefere Einsicht in das Wesen des Ernährungsprocesses und des organischen Stoffwechsels zu verschaffen, als wir bis jetzt besitzen.

	Chondrin		Leimsubstanz	
	Formel	Analyse	Formel	Analyse
Kohlenstoff	49,4	49,2	49,3	49,4
Stickstoff	14,4	14,6	18,3	18,5
Wasserstoff	6,7	6,9	6,7	6,9
Sauerstoff	29,5	29,3	25,7	25,2
	100,0	100,0	100,0	100,0

Die Richtigkeit der Formeln der Cholsäure, Choleinsäure ist durch Strecker erwiesen und die der Harnsäure, des Allantoins und Harnstoffs durch Prout und Andere dargethan.

Einige Andeutungen werden genügen um das was hier gemeint ist, zu erläutern.

Wenn wir z. B. von der vorstehenden Formel des Caseins, die Elemente des Blutalbumins, von dem wir wissen, daß es daraus entsteht, abziehen, so erhalten wir:

	Schwefel	Stickstoff	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Formel des Caseins	2 Aeq.	36 Aeq.	288 Aeq.	228 Aeq.	90 Aeq.
ab Formel des Blutalbumins	2 -	27 -	216 -	169 -	68 -
es bleiben übrig	— -	9 -	72 -	59 -	22 -

Wie man hieraus sieht, müssen sich, unsern Analysen nach, von dem Casein gewisse Verhältnisse Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff trennen, wenn es in Blutalbumin übergehen soll; aber es dürfte vielleicht einige Verwunderung erwecken, daß die austretenden Elemente, bis auf eine gewisse Menge Sauerstoff, genau die nämlichen sind wie sie das Chondrin enthält, so zwar, daß wenn wir den Elementen des Caseins 10 Aeq. Sauerstoff hinzurechnen, eine Formel erhalten wird, welche gerade auf die Elemente des Blutalbumins und Chondrins in sich einschließt.

	Schwefel	Stickstoff	Kohlenstoff	Wasserst.	Sauerst.
Formel des Chondrins	— Aeq.	9 Aeq.	72 Aeq.	59 Aeq.	32 Aeq.
Formel des Blutalbum.	2 -	27 -	216 -	169 -	68 -
zusammen	2 -	36 -	288 -	228 -	100 -
Formel des Caseins .	2 -	36 -	288 -	228 -	90 -
plus 1 Aeq. Sauerstoff	. . .	. . .	. . .	. . .	10 -

Es würde vielleicht hieraus der Schluß gezogen werden können, daß die Natur dem jugendlichen Thiere in der Milch nicht bloß den Hauptbestandtheil seines Blutes, sondern auch die Elemente zur Erzeugung seiner Knochen fertig gebildet liefert.

Nicht minder auffallend wird man die folgenden Zusammenstellungen finden:

Die Formel des Albumins plus 10 Aeq. Wasser	enthält die Elemente	von 2 Leimsubstanz und 1 Choleinsäure.
Die Formel des Blutfibrins plus 8 Aeq. Wasser	=	1 Blutalbumin 1 Leimsubstanz.
Die Formel des Chondrins	=	1 Cholsäure 2 Harnsäure 8 Wasser.
Die Formel der Leimsubstanz plus 10 Aeq. Sauerstoff	=	1 Cholsäure 3 Harnsäure 12 Wasser.
Die Formel des Albumins plus 10 Aeq. Wasser plus 56 - Sauerstoff.	=	1 Choleinsäure 2 Cholsäure 12 Harnstoff 36 Kohlensäure.

Wir halten es für eine Wahrheit, welche keines besonderen Beweises bedarf, daß aus dem Albumin, Leim-

substanz und Choleinsäure, sowie Blutfibrin, daß aus Leimsubstanz und Chondrin, Harnsäure und Harnstoff entstehen; die Formeln drücken nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen aus in welchen Verhältnissen dieß geschehen kann, nicht in welchen es wirklich geschieht; darin liegt das hypothetische dieser Formeln, daß wir für die Richtigkeit dieser Spaltungen in den angedeuteten Verhältnissen keine Beweise besitzen; sie haben nur Gründe der Wahrscheinlichkeit für sich.

Mit der größten Bestimmtheit geht aber daraus hervor, daß das Albumin mit 10 Aeq. Wasser gerade auf die Elemente der Substanz der Membranen und der Choleinsäure enthält; daß Blutfibrin vielleicht zur Hälfte in Leimsubstanz übergegangenes Blutalbumin ist; daß Leimsubstanz unter dem Einfluß des Respirationsprocesses gerade auf in Cholsäure, in Harnsäure oder in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser zerfallen kann, daß wenn sich Harnsäure aus Leimsubstanz im Stoffwechsel bildet, die Elemente der Cholsäure übrig bleiben, daß die Erzeugung der Bestandtheile des Harns und der Galle mit einander in einer sehr nahen Beziehung stehen müssen.

Aus diesen Formeln schließen wir ferner, daß der Ernährungswerth des Caseins der Milch für das Kind größer, für den Erwachsenen kleiner ist wie der des Albumins; denn es ist vollkommen sicher, daß die Natur,

den Ueberschuß von Elementen, den das Casein mehr wie das Albumin enthält, im jugendlichen Leibe zu gewissen Zwecken bedarf und verwendet, welche für das erwachsene Thier keine Bedeutung mehr haben; wir schließen daraus, daß die in den Speisen genossene Leimsubstanzen für die Blutbildung ungeeignet sind und die Erzeugung der Bestandtheile der Galle und des Harns vermehren, wie dieß durch die Erfahrung für die letzteren längst schon erkannt ist*).

Der Kleber der Getreidearten, sowie das Albumin der Pflanzensäfte sind in ihrer Zusammensetzung mit Blut-Albumin identisch; das Pflanzencasein besitzt die Zusammensetzung des Thiercaseins.

In Beziehung auf ihren Gehalt an Salzen, oder unverbrennlichen Bestandtheilen sind sich die Getreidearten nicht gleich. Im Waizen wechselt der Gehalt an

*) Es ist bekannt daß durch Einwirkung von Oxidationsmitteln auf Cholsterin eine eigenthümliche Säure die Cholsterinsäure entsteht (Redtenbacher) und daß dieselbe Säure auf ähnliche Weise aus Cholsäure und Choleinsäure (Schlieper) und sonst aus keinem andern Bestandtheil oder Produkt des Thierkörpers erhalten werden kann. Dieses Verhalten stellt eine Beziehung zwischen den Säuren der Galle und dem in eben diesem Sekrete oft in so großer Menge vorkommenden Gallenfett fest und es ist nicht unmöglich daß das Cholsterin ein Produkt der Umwandlung der Gallensäuren im organischen Prozesse ist. Niemand weiß bis jetzt was aus diesen Säuren wird.

Phosphorsäure von 40—48 (Th. Way und Ogston) bis 60 pCt.*) (Erdmann); es giebt Waizen, dessen Aschenbestandtheile in Beziehung auf Beschaffenheit und Menge die nämlichen sind wie die des ausgekochten und ausgelaugten Fleisches und es läßt sich nicht behaupten, daß Brod aus diesem Mehl, ausschließlich genossen, das Leben auf die Dauer erhalten könne**).

Das feinste Waizenmehl enthält mehr Stärkmehl, als das gewöhnliche, die Waizenkleie ist verhältnißmäßig am reichsten an Kleber.

---

*) Waitzenasche

Analyse von Erdmann

Nach Abzug von Eisenoxyd (1,33 pCt. Kieselerde u. Sand 3,37

Phosphorsaure Alkalien (PO_5 2MO) . . .	49,18
Phosphorsaure Erden (PO_5 2MO)	23,13
Freie Phosphorsäure	27,69
	100,00

man vergleiche hiermit die trefflichen Analysen von Th. Way und Ogston.

**) „Ist das feinste Waizenmehl ein ebenso vollkommnes Nahrungsmittel als das rohe Mehl? Ich glaube nicht, und ich erinnere in dieser Beziehung an den Versuch Magendie's, in welchem ein Hund nach 40 Tagen starb, welcher ausschließlich mit weißem Waizenbrod gefüttert wurde, während ein zweiter Hund welcher schwarzes Brod erhielt (Mehl und Kleien) am Leben blieb, ohne Störung seiner Gesundheit." (Millon, Comptes rendus Tom. 28. pag. 40).

Das feine amerikanische Waizenmehl gehört zu den kleberreichsten und damit zu den nahrhaftesten Mehlsorten.

Roggenmehl und Roggenbrod enthalten eine dem Stärkegummi (dem sog. Dextrin) in den Eigenschaften ähnliche Substanz, welche ausnehmend leicht in Zucker übergeht; das Stärkmehl der Gerste nähert sich in manchen Eigenschaften der Cellulose und ist minder verdaulich. Der Hafer ist besonders reich an plastischen Bestandtheilen, der schottische reicher wie der in Deutschland und England gebaute (R. T. Thomson); diese Getreideart enthält in ihrer Asche nach Abrechnung der Kieselerde der Bälge, sehr nahe die Aschenbestandtheile des Fleischsaftes.

Um die Absonderung des Mehls von den Hülsen zu befördern wird von vielen Müllern das Getreide vor dem Mahlen schwach angefeuchtet; wenn diese Feuchtigkeit durch sehr sorgfältiges Trocknen mittelst künstlicher Wärme, nicht vollständig aus dem Mehle wieder entfernt wird, so veranlaßt sie beim Aufbewahren das Verderbniß des Mehls; es bekommt einen mulstrigen Geschmack, ballt sich zu Klumpen und fühlt sich rauh an wie Gyps. Der Taig aus diesem Mehl wird schmierig und giebt ein schweres, dichtes, nicht poröses Brod. Diese Verderbniß beruht auf einer durch die Feuchtigkeit vermittelten Einwirkung des Klebers auf das Stärkmehl,

durch welche in dem Mehl Essigsäure und Milchsäure entstehen, die den Kleber löslich in Wasser machen, was er für sich nicht ist.

Manche Salze machen den Kleber wieder unauflöslich, indem sie damit eine chemische Verbindung einzugehen scheinen und es entdeckten vor etwa 20 Jahren die belgischen Bäcker in dem (giftigen) Kupfervitriol als Zusatz zum Taig ein Mittel, aus verdorbenem Mehle ein dem Ansehen und der äußern Beschaffenheit nach ebenso schönes Brod wie aus dem besten Waizenmehl zu backen. Diese Verbesserung der physikalischen Eigenschaften ist natürlich eine Verschlechterung seiner chemischen. Aehnlich wie Kupfervitriol wirkt Alaun; dem Taige zugesetzt macht der Alaun das Brod sehr weiß, elastisch, fest und trocken und es scheinen die Bäcker in London durch die Nachfrage nach weißem Brod, weißer wie es das gewöhnliche so vortreffliche englische und amerikanische Waizenmehl liefert, gezwungen worden zu sein, allem Mehl beim Brodbacken Alaun zuzusetzen. Ich sah in einer Alaunfabrik in Schottland kleine Berge von feingemahlenem Alaunmehl, welches für den Verbrauch der Londoner Bäcker bestimmt war.

Da die Phosphorsäure mit der Thonerde eine durch Alkalien und Säuren kaum zersetzbare chemische Verbindung bildet, so erklärt sich vielleicht hieraus die Schwerverdaulichkeit des Londoner Bäckerbrodes, welche Aus-

ländern auffällt. Eine kleine Menge Kalkwasser, dem mulstrigen Mehle zugesetzt, hat dieselbe Wirkung wie Alaun und Kupfervitriol, ohne ihre Nachtheile mit sich zu führen.

Die sorgfältige Mischung mit dem Speichel beim Kauen des Brodes ist eine Bedingung für die rasche Verdauung des Stärkmehls; daher denn die Erhöhung der Verdaulichkeit des Mehls durch die Form, welche es in dem porösen Brod empfängt.

Die Auflockerung des Brodtaiges wird durch einen Gährungsproceß bewirkt. Man setzt dem Taig Bierhefe zu, welche den, durch Einwirkung des Klebers auf das Stärkmehl, entstehenden Zucker in Gährung versetzt und es wird durch die in allen Theilen des Taigs sich bildende Kohlensäure die blasige Beschaffenheit des Taigs hervorgebracht.

Zum Roggenbrod bedient man sich des Sauertaiges, man setzt nämlich dem frischen Mehltaig eine Portion in Gährung befindlichen Teig von einem früheren Gebäck zu und es wird durch die Wirkung desselben aus dem Zucker stets eine gewisse Menge Essigsäure, und Milchsäure gebildet, wodurch das Brod eine schwach saure Reaction erhält.

Manche Chemiker sind der Meinung, daß das Mehl durch die Gährung des Taiges einen Verlust an nahrhaften Bestandtheilen erleide, in Folge einer Zersetzung

des Klebers, und es ist der Vorschlag gemacht worden, den Taig ohne Gährung mittelst Substanzen porös zu machen, welche bei ihrer Zusammenmischung, kohlensaures Gas entwickeln. Bei näherer Betrachtung des Vorgangs erscheint aber diese Ansicht sehr wenig begründet.

Beim Eintaigen des Mehls mit Wasser geht beim Stehen in gelinder Wärme in dem Kleber des Taigs eine ähnliche Veränderung vor sich, wie nach dem Einquellen der Gerste, beim beginnenden Keimen der Körner, in der Malzbereitung, und es wird in Folge derselben das Stärkmehl (in der Malzbereitung großentheils, in dem Brodtaig nur wenige Procente) in Zucker übergeführt. Ein kleiner Theil des Klebers geht hierbei in den löslichen Zustand über, in welchem er die Eigenschaften des Albumins gewinnt, wodurch er an seiner Verdaulichkeit und seinem Ernährungswerth nicht das geringste verliert.

Man kann Mehl mit Wasser nicht zusammenbringen, ohne daß sich Zucker aus dem Stärkmehl bildet, und es ist dieser Zucker und nicht der Kleber von dem ein Theil in Gährung kommt und in Kohlensäure und Alkohol zerlegt wird.

Man weiß, daß das Malz in seinem Ernährungswerth der Gerste, aus dem es dargestellt ist, nicht nachsteht, obwohl der darin enthaltene Kleber eine viel wei=

ter gehende Veränderung erlitten hat und die Erfahrungen in der Brantweinbrennerei aus Kartoffeln beweisen hinlänglich, daß die plastischen Bestandtheile der Kartoffeln und die des zugesetzten Malzes nachdem sie den vollständigen Verlauf des Zuckerbildungs- und Gährungsprocesses mitgemacht haben, an ihrem Ernährungswerthe kaum verloren haben. Von einem Verlust an Kleber kann hiernach in der Brodbereitung nicht die Rede sein. In der Brodbereitung wird nur eine sehr kleine Menge Stärkmehl für den Zweck der Zuckerbildung verbraucht und es ist das Gährungsverfahren nicht blos das einfachste und beste, sondern auch das ökonomischste unter allen Mitteln, die man empfohlen hat, um das Brod porös zu machen. Chemische Präparate sollten von Chemikern überhaupt niemals zu Küchenzwecken vorgeschlagen werden, da sie im gewöhnlichen Handel, beinahe niemals rein vorkommen. So ist z. B. die käufliche rohe Salzsäure, die man mit doppeltkohlensauren Natron dem Brodtaig zuzumischen empfohlen hat, immer höchst unrein, sehr häufig arsenikhaltig, so daß sie der Chemiker zu seinen weit minder wichtigen Arbeiten niemals ohne weitläufige Processe der Reinigung anwendet.

Die Vorschläge, welche man in Zeiten des Mangels und der Hungersnoth bis jetzt gemacht hat, um das Mehl im Brode zu ersetzen und das Brod wohlfeiler zu machen, beweisen, wie weit man noch von einer vernünftigen auf

wissenschaftliche Grundsätze gebauten Diätetik entfernt ist, und wie unbekannt die Gesetze der Ernährung sind. Mit dem Preis der Nahrungsmittel verhält es sich ähnlich, wie mit dem des Brennmaterials. Wenn man sich die Mühe giebt, den Preis der verschiedenen Steinkohlensorten, oder der Brennhölzer, Braunkohlen und des Torfs mit einander zu vergleichen, so wird man finden, daß die Anzahl der Kreuzer, die man für ein gegebenes Gewicht oder Maas von diesen Brennstoffen bezahlt, so nahe wie möglich im Verhältniß zu ihrem Brennwerthe, d. h. zu der Zahl der Wärmegrade steht, die sie in der Verbrennung entwickeln; an einem Orte, wo man Buchenholz, Eichenholz und Tannenholz brennt, ist es dem Preise und dem Brennwerthe nach ganz gleichgültig, welches Holz gewählt wird; der Vortheil in der Wahl liegt in dem Zweck; für große, weite oder lange Feuerräume ist Tannenholz vortheilhafter, dessen Flamme den weitesten Raum ausfüllt; für kleine, enge Feuerräume giebt man der Kohlen wegen dem Buchenholz den Vorzug. In der Schätzung solcher Werthe irrt sich ein Einzelner leicht, aber die tägliche Erfahrung von vielen Tausenden gleicht die Irrthümer aus.

Der Mittelpreis der Nahrungsmittel in einem größern Lande ist in der Regel das Maas ihres Ernährungswerthes; die Abweichung des Preises an verschiedenen Orten rührt von lokalen Ursachen (Schwierigkeit oder

Leichtigkeit des Transports, guten oder schlechten Wegen, Kanälen, Flüssen rc.) her. Für die Zwecke der Ernährung ist der Roggen nicht wohlfeiler als Waizen; Reis und Kartoffeln sind nicht wohlfeiler wie Korn; Waizenmehl kann in Qualität mit Vortheil durch keine andere Mehlsorte ersetzt werden; nur in Zeiten des Mangels oder der Hungersnoth ändern sich diese Verhältnisse in etwas; es gewinnen alsdann Kartoffeln und Reis einen höhern Preis, weil zu ihrem Ernährungswerth ein zweiter Werth sich gesellt, den sie als Respirationsmittel zwar immer besitzen, der aber in Zeiten des Ueberflusses nicht angeschlagen wird.

Man hat, um das Brod wohlfeiler zu machen, vorgeschlagen, dem Brodtaig, Kartoffel-Stärkmehl, oder Dextrin, Reis, Rübenmark, ausgepreßte rohe Kartoffeln, oder gekochte Kartoffeln zuzusetzen, aber alle diese Zusätze vermindern den Ernährungswerth.

Kartoffelstärkmehl, Dextrin oder Rübenmark, dem Mehle zugesetzt, geben eine Mischung, deren Ernährungswerth dem der Kartoffeln gleich oder noch niedriger ist; aber die Verwandlung des Getreidemehls in eine den Kartoffeln oder dem Reis gleichwerthige Nahrung wird Niemand eine Verbesserung nennen können. Die wahre Aufgabe ist die Kartoffeln, den Reis, dem Waizenmehl in dessen Wirkung ähnlich oder gleich zu machen und nicht umgekehrt; es bleibt unter allen Um-

ständen besser, die Kartoffeln abgekocht aus der Hand zum Brod zu essen, ihr Zusatz zum Brod sollte geradezu, des unvermeidlichen Betruges wegen, polizeilich verboten werden. Der Zusatz von Erbsen- oder Bohnenmehl zum Roggenmehl oder von weißem Käse, wie dies in Baiern geschieht (D. Vogel), entspricht weit eher dem Zweck; es wird aber im Preise damit nichts gewonnen.

Ein wahres Ersparniß und wirklichen Nutzen gewähren im Grunde nur diejenigen Abfälle, die im gewöhnlichen Lauf der Dinge von den Menschen zu ihrer Ernährung nicht verwerthet werden.

In England werden z. B. viele tausend Zentner des feinsten und besten Waizenmehls auf Stärkmehl für die Appretirung der Baumwollenzeuge verarbeitet und der bei dieser Fabrikation abfallende Kleber (12—20 p. c. des trocknen Mehls) geht meistens als Nahrungsstoff für die Menschen verloren. In den Versuchen der französischen Akademiker wurden Hunde 90 Tage lang ausschließlich mit Waizenkleber gefüttert, welcher roh ohne Widerwillen und ohne Unterbrechung von den Thieren gefressen wurde, ohne irgend bemerkliche Störung ihrer Gesundheit.*)

---

*) Kleber aus einer Stärkmehlfabrick lieferte 1 bis 1¼ pCt. Asche, welche 7,87 Kali, 2,14 Natron, 17,31 Kalk, 12,08 Bittererde, 7,13 Eisenoxyd zusammen 47,13 Basen mit 52,08 Phosphorsäure 0,69 Schwefelsäure und 0,09 Chlor enthielt. (Kekule).

Von den organischen Bestandtheilen des Fleischsaftes abgesehen giebt es keine Substanz, welche dem Fleischfibrin in Beziehung auf Eigenschaften und Ernährungswerth näher steht wie Waizenkleber. In etwas Salzwasser abgekocht, getrocknet und in grobes Mehl verwandelt, läßt sich der Kleber leicht aufbewahren und giebt bei Zusatz von etwas Fleischextract und den gewöhnlichen Küchenkräutern, die kräftigste, schmackhafteste und nahrhafteste Suppe. Als Mundvorrath für Schiffe und Festungen würde der trockne Waizenkleber (mit Fleischextract) eine Masse von Fleisch entbehrlich machen.

In der Bierbereitung findet bekanntlich eine Trennung der blutbildenden Bestandtheile der Gerste von dem Stärkmehl statt; von den ersten gehen die in der Bierwürze gelößten, welche in der Gährung als Hefe sich abscheiden, für die Ernährungszwecke verloren. Nur der Theil derselben, welcher in den Trebern bleibt, wird als geschätztes Viehfutter, namentlich für Milchkühe, benutzt. In der Würzebereitung lagert sich über den Trebern eine taigartige Masse ab, die aus feinen abgeschlämmten Mehltheilen des Malzes besteht und unter dem Namen „Obertaig“ den deutschen Bierbrauern wohl bekannt ist. Dieser Obertaig enthält bis 26 p. c. plastische Bestandtheile und 4—8 p. c. Stärkmehl und liefert mit Beachtung seines großen Wassergehaltes, dem Mehle zugesetzt (zu gleichen Theilen) ein tadelloses Brod. Die

Brauereien Würtembergs liefern jährlich an 30000 Ctr. Malztaig, welche 17000 Ctr. Brod liefern könnten. (Schloßberger.) Alle diese Hülfsmittel um in Hungerjahren die Noth der ärmeren Klassen zu lindern, sind nur lokaler Natur und machen für die Bewohner eines großen Landes, im Verhältniß zum Verbrauch nur wenig aus; es giebt nur ein nachhaltiges Mittel für die weitesten Kreise, was darin besteht, daß das feingemahlene Korn ungebeutelt, d. h. das Mehl mit der Kleie zu Brod verbacken und der ganze im Korn vorhandene Nahrungsstoff dem Menschen zugewendet wird.

Im Jahr 1658 verbot eine Verordnung Ludwigs XIV. unter Androhung schwerer Geldstrafen, die Kleie noch einmal zu mahlen, was nach der damaligen Mühleneinrichtung einen Verlust von 40 p. c. nach sich zog; im siebenzehnten Jahrhundert schätzte Vauban den jährlichen Verbrauch eines Mannes auf nahe 712 Pf. Waizen, eine Quantität, welche jetzt beinahe für zwei Mann ausreicht und es werden heutzutage durch die Verbesserung unserer Mühlen ungeheure Massen Nahrungsstoff, viele hundert Millionen jährlich an Werth, für die Menschen gewonnen, welcher früher blos für die Thiere diente, für welche derselbe unendlich leichter durch andere Nahrungsmittel ersetzbar ist, die sich für den Genuß des Menschen durchaus nicht eignen. Es ist schon lange, namentlich durch Millon auf den hohen Werth der Kleie als Nah=

rungsmittel aufmerksam gemacht worden. Der Waizen enthält nicht über zwei Procent unverdauliche Holzsubstanz und eine vollkommene Mühle im weitesten Sinne, sollte nicht über diese Quantität an Kleie geben; aber unsere besten Mühlen geben immer noch 12—20 p. c. (10 Th. grobe, 7 Th. feine Kleie und 3 Th. Kleienmehl), die gewöhnlichen Mühlen bis 25 p. c. an Kleie, welche 60—70 p. c. der nahrhaftesten Bestandtheile des Mehls enthält.*)

Es ist einleuchtend, daß mit dem Verbacken des ungebeutelten Mehls die Brodmasse mindestens um 1/6 bis 1/5 vergrößert, und der Preis des Brodes um den Unterschied des Preises der Kleie (als Viehfutter) und des Mehls erniedrigt werden kann. Als Zusatz zum Mehl hat die Kleie in Zeiten des Mangels einen weit höheren Werth und ist durch keinen anderen Nahrungsstoff ersetzbar.

---

*) Zusammensetzung der Waizen-Kleie

	Millon	Kekulé
Stärkmehl	52,0	67,3
Kleber	14,9	
Zucker	1,0	
Fett	3,6	4,1
Holzsubstanz	9,7	9,2
Salze	5,0	5,6
Wasser	13,8	13,8
	100	100

Die Absonderung der Kleie vom Mehl ist eine Sache des Luxus, und für den Ernährungszweck eher schädlich als nützlich. Im Alterthum, bis zur Kaiserzeit kannte man kein gebeuteltes Mehl. In Deutschland wird in vielen Gegenden, namentlich in Westphalen, die Kleie mit dem Mehle zu dem sog. Pumpernickel verbacken und es giebt kein Land, in welchem die Verdauungswerkzeuge sich in besserem Zustande befinden. Die Grenzen des Niederrheins und Westphalens lassen sich an der ganz besondern Größe der Ueberreste genossener Mahlzeiten erkennen, welche Vorübergehende an Hecken und Zäunen hinterlassen, und es sind diese ausgezeichneten Dokumente des Verdauungswerthes, welche den Aerzten in England vielleicht die Idee eingeflößt haben, den englischen Großen Brod aus ungebeuteltem Mehl zu empfehlen, welches in vielen Häusern einen Bestandtheil des Frühstückes ausmacht.

Unter allen Künsten der Menschen giebt es keine, die sich einer richtigeren Beurtheilung erfreut und deren Produkte allgemeinere Anerkennung genießen, als die, welche sich mit der Zubereitung der Speisen beschäftigt. Geleitet durch den beinahe zum Bewußtsein gelangten Instinkt, den wegekundigen Führer, und durch den Geschmack, den Wächter der Gesundheit, ist der erfahrne Koch in Beziehung auf die Wahl, Zusammenstellung und Zubereitung der Speisen und ihrer Aufein-

anderfolge zu Errungenschaften gelangt, welche alles übertreffen, was Chemie und Physiologie in Beziehung auf die Ernährungslehre geleistet haben. In der Suppe und den Fleischsaucen ahmt er den Magensaft nach, und in dem Käse, womit er die Mahlzeit schließt, unterstützt er die Wirkung des auflösenden Magen-Epitheliums. Die mit Speisen besetzte Tafel erscheint dem Beobachter gleich einer Maschine, deren Theile harmonisch zusammengefügt und so geordnet sind, daß damit, wenn sie in Thätigkeit gesetzt sind, ein Maximum von Wirkung hervorgebracht werden könnte; der geschickte Kochkünstler begleitet die blutbildenden mit denjenigen Stoffen, welche den Proceß der Auflösung und Bluterzeugung vermittlen, in dem richtigen Verhältniß; er vermeidet alle Arten von unnöthigen Reizen, die nicht selbst wieder ausgleichend wirken, er sorgt für das Kind, den Greis und für beide Geschlechter.

Gleich naturgesetzlich wählt die verständige und erfahrne Mutter oder Wärterin die Speisen für das Kind; sie gestattet ihm vorzugsweise Milch und Mehlspeisen und begleitet letztere stets mit Obst; das Fleisch von ausgewachsenen Thieren, welches reich ist an Knochenerde (phosphorsaurem Kalk) zieht sie dem Fleisch von jungen Thieren vor, und begleitet es stets mit grünen Gemüsen; sie giebt dem Kinde vorzugsweise die Knochen

zum Abnagen *) und schließt Kalbfleisch, Fische und Kartoffeln von seiner Nahrung aus; dem reizbaren Kinde mit schwachen Verdauungsorganen setzt sie dem Mehlbrei einen Malzaufguß zu, anstatt des Rohrzuckers giebt sie ihm Milchzucker, dieses vortreffliche von der Natur selbst für seinen Respirationsproceß zubereitete Respirationsmittel **), sie gestattet ihm ohne Einschränkung den Genuß von Kochsalz.

Die ungleichen Wirkungen der Speisen in Beziehung auf die körperlichen und geistigen Funktionen der Menschen, so wie ihr Zusammenhang mit physiologischen und chemischen Ursachen sind unbestreitbar, aber es ist bis jetzt kaum der Versuch zu einer Erklärung nach den Gesetzen der Naturforschung gemacht worden.

Manche Schriftsteller behaupten, daß das Fleisch und Brod, Phosphor, die Milch und Eier ein phosphorhaltiges Fett gleich wie das Gehirn enthalten, und daß an das phosphorhaltige Fett die Entstehung, folglich auch die Thätigkeit des Gehirns geknüpft sei. Daher lasse

---

*) In der Provinz Oberhessen in der Umgegend von Gießen bedienen sich die Bauern als eines wirksamen Hausmittels gegen das Zahnen der Kinder, des reinen Kalkwassers, welches die kleinen Wesen, Kaffeelöffelweise mit Begierde genießen.

**) In den Käsereien Englands gehen jährlich Tausende von Centnern dieses werthvollen Respirationsmittels in den Molken verloren.

sich z. B. bei Denkern (weil sie viel Phosphor verbrauchen) kein Ueberfluß an Phosphor annehmen, und es bleibe immer wahr: ohne Phosphor kein Gedanke (s. Lehre der Nahrungsmittel für das Volk von Dr. Jac. Moleschott. Erlangen 1850. Seite 116). Die Wissenschaft kennt keinen Beweis, daß der thierische Körper und die Nahrung der Menschen und Thiere Phosphor als solchen enthalten, in der Form wie etwa Schwefel darin enthalten ist. Es ist längst dargethan, daß die Phosphorsäure-Menge, die man bei der Einäscherung thierischer Körper oder von Nahrungsmitteln weniger wie auf nassem Wege erhält, ein bloßer Verlust ist, welcher durch Zersetzung und Verflüchtigung von Phosphorsäure in Folge der Einwirkung der Hitze bei Gegenwart von Kohle verursacht wird, und der durch einfachen Zusatz von Alkalien oder alkalischen Erden, welche die Phosphorsäure binden, verhütet werden kann. Niemals ist bis jetzt in irgend einem Fett des Körpers, des Gehirns oder der Nahrung ein Phosphorgehalt (nicht Phosphorsäuregehalt) wirklich nachgewiesen worden. Die Ansichten, daß solche Verbindungen existiren und daß ihre Gegenwart mit der Erzeugung von Gedanken im menschlichen Gehirn in Beziehung stehen, gehen in der Regel von Dilettanten in der Naturwissenschaft aus und beruhen auf oberflächlichen Anschauungen ohne den geringsten wissenschaftlichen Grund.

Gewiß ist es, daß drei Menschen, von denen der eine sich mit Ochsenfleisch und Brod, der andere mit Brod und Käse oder Stockfisch, der dritte mit Kartoffeln sich gesättigt haben, eine ihnen entgegenstehende Schwierigkeit unter ganz verschiedenem Gesichtspunkte betrachten; je nach gewissen den verschiedenen Nahrungsmitteln eigenthümlichen Bestandtheilen ist ihre Wirkung auf Gehirn und Nervensystem verschieden.

Ein Bär, welcher auf der hiesigen Anatomie gehalten wurde, zeigte solange er ausschließlich Brod zur Nahrung erhielt, eine ganz sanfte Gemüthsart; ein paar Tage mit Fleisch gefüttert machten ihn bösartig, beissig und selbst für seinen Wärter gefährlich; es ist bekannt, daß die Vis irascibilis der Schweine durch Fleischnahrung so gesteigert werden kann, daß sie Menschen anfallen.

Die Fleischfresser sind im Allgemeinen stärker, kühner, kriegerischer als die pflanzenfressenden Thiere, die ihre Beute werden; in gleicher Weise unterscheiden sich die Nationen, welche von Vegetabilien leben von denen, deren Hauptnahrungsmittel aus Fleisch besteht.

Wenn die Stärke der Individuen in der Summe von Kraftwirkungen besteht, die sie zur Ueberwindung von Widerständen, ohne Nachtheil für ihre Gesundheit täglich hervorbringen können, so steht dieselbe offenbar in directem Verhältniß zu den plastischen Bestandtheilen

ihrer Nahrung. Die Völker, die sich von Waizen und Roggen nähren, sind in diesem Sinne stärker wie die Reis- und Kartoffelesser, und diese stärker wie die Couz-couz-, Maniok-, Cassave-, Taro-essenden Neger.

Andere Verhältnisse bestehen für die Respirationsmittel; sie unterscheiden sich vorzüglich durch die Schnelligkeit und Dauer ihrer Wirkungen.

Es dauert Stunden bis das Stärkmehl des Brodes im Magen und den Eingeweiden löslich in das Blut gelangt und verwendbar geworden ist; der Milchzucker und Traubenzucker bedürfen einer Vorbereitung durch die Verdauungswerkzeuge nicht mehr; sie gehen rascher in das Blut über; die Wirkung des Fettes ist am langsamsten, sie hält aber weit länger an; der Weingeist ist unter allen das am raschesten wirkende Respirationsmittel. Durch seinen Gehalt an Alkalien, an organischen Säuren und gewissen andern Stoffen, welche die Chemie noch näher zu bezeichnen hat, unterscheidet sich der Wein und überhaupt die gegohrnen Pflanzensäfte von dem Branntwein; das Bier ist eine Nachahmung des Weins. Der Branntwein besteht aus Wasser und einem Bestandtheil des Weins.

Vermöge der ihm eigenthümlichen Bestandtheile enthält der Wein in seiner Mischung eine Anzahl von Bedingungen, durch deren Vereinigung im Leibe des Menschen die Folgen der durch die Wirkung des Alko-

hols auf das Nervensystem gesteigerten Funktionen des Rückenmarks und Gehirns nach einer gewissen Zeit mehr oder weniger ausgeglichen werden, so daß also der Genuß von Wein weit weniger Nachtheile in seinem Gefolge hat, wie der des Branntweins.

Der Handelswerth des Weins steht in geradem Verhältniß zu seinen unmittelbaren Wirkungen und im umgekehrten zu seinen Nachwirkungen *); unter gleichen Verhältnissen ist sein Preis um so höher, je vollkommener seine Wirkungen unschädlich gemacht werden durch entsprechende Steigerung des Secretionsprocesses der Lunge und der Nieren. Der Weingeist kommt bei der Werthbestimmung stets in Betracht, aber bei den edlen Weinen steht der Preis in keinem Verhältniß zum Alkoholgehalt, weit eher im Verhältniß zu seinen nicht flüchtigen Bestandtheilen **).

---

*) Die Nachwirkungen des Weines bezeichnet man in Deutschland mit dem Worte „Katzenjammer".

**) Nach ihrem Preis geordnet enthalten die folgenden Rheinweine:

		an Alkohol	an festem Rückstand	
Steinberg	1846er	10,87	. . . 10,55	(Fresenius.)
Markobrunn	„ „	11,14	. . . 5,18	
Hattenheim	„ „	10,71	. . . 4,21	
Steinberg	1822er	10,87	. . . 9,94	(Geiger.)
Rüdesheim	„ „	12,61	. . . 5,39	
Markobrunn	„ „	11,6	. . . 5,10	
Geisenheim	„ „	12,6	. . . 3,06	

Die Blume oder das Bouquet des Weins hat nur insofern Einfluß auf den Preis, als sie der Anzeiger aller seiner Wirkungen zusammengenommen ist.

Als Mittel der Erquickung, wo die Kräfte des Lebens erschöpft sind, der Befeuerung und Steigerung wo traurige Tage zu beringen sind, der Correction und Ausgleichung wo Mißverhältnisse der Ernährung und Störungen im Organismus eingetreten sind, und als Schutz gegen vorübergehende Störungen durch die unorganische Natur wird der Wein von keinem Erzeugniß der Natur oder Kunst übertroffen.

Vor allem ausgezeichnet durch ein Minimum von schädlicher Nachwirkung sind die edlen Rheinweine und manche Bordeauxweine; es ist kaum glaublich, welche Quantitäten Wein am Rhein von Individuen jedes Alters genossen werden, ohne wahrnehmbare Nachtheile für die Gesundheit des Geistes und Körpers; Gicht und Steinkrankheiten sind nirgends seltner als in der von der Natur so bevorzugten Gegend des Rheingaus; in keiner Gegend Deutschlands haben die Apotheken verhältnißmäßig einen so niedern Preis als in den reichen Städten des Rheins; denn der Wein gilt dort als die Universalarznei für Gesunde und Kranke, als die Milch für die Greise. (Siehe Anhang).

Als Respirationsmittel nimmt der Alkohol einen hohen Rang ein, durch seinen Genuß werden Stärkmehl-

und zuckerhaltige Nahrungsmittel entbehrlich; er ist unverträglich mit Fett*).

---

*) Beim Genuß von Leberthran verliert sich bei Personen, welche an den Weingenuß gewohnt sind, die Neigung und der Geschmack am Wein.

Seit dem Bestehen der Mäßigkeitsvereine wurde es in vielen Haushaltungen Englands für billig erachtet, das Bier was die Dienstboten täglich erhielten, wenn sie den Mäßigkeitsvereinen beitraten und kein Bier mehr tranken, in Geld zu vergüten, aber es wurde sehr bald wahrgenommen, daß der monatliche Brodverbrauch in auffallendem Verhältniß zunahm, so daß also das Bier zweimal bezahlt wurde, einmal in Geld und ein zweitesmal in einem Aequivalent an Brod.

Bei Gelegenheit des Friedenscongresses in Frankfurt a. M. theilte mir der Besitzer des berühmten Hotel de Russie mit Ausdrücken der Verwunderung mit, daß damals an seiner Tafel an gewissen Speisen, namentlich Mehlspeisen, Pudding rc. ein wahrer Mangel eingetreten sei, ein unerhörter Fall in einem Hause, in welchem die Menge und das Verhältniß der Speisen für eine gegebene Anzahl von Personen, seit Jahren festgesetzt und wohlbekannt ist. Sein Haus war nämlich gefüllt mit Friedensfreunden, die alle den Mäßigkeitsvereinen angehörten und keinen Wein tranken. Herr Sarg bemerkte, daß Personen, welche keinen Wein trinken, stets im Verhältniß mehr essen. In den Weinländern ist daher der Preis des Weines stets in dem Preis des Essens eingeschlossen, und es wird deshalb dort nicht für unbillig gehalten an den Wirthstafeln den Wein zu bezahlen, auch wenn man ihn nicht trinkt.

Shakespeare: König Heinrich IV. Akt II. Scene 4. Prinz Heinrich. O, ungeheuer. Nur für einen halben Penny Brod zu dieser unbilligen Menge Sekt!

Man hat die Verarmung und das Elend in vielen Gegenden dem überhand nehmenden Genuß von Branntwein zugeschrieben; dieß ist ein Irrthum.

Der Branntweingenuß ist nicht die Ursache, sondern eine Folge der Noth. Es ist eine Ausnahme von der Regel, wenn ein gutgenährter Mann zum Branntweintrinker wird. Wenn hingegen der Arbeiter durch seine Arbeit weniger verdient, als er zur Erwerbung der ihm nothwendigen Menge von Speise bedarf, durch welche seine Arbeitskraft völlig wiederhergestellt wird, so zwingt ihn eine starre unerbittliche Naturnothwendigkeit, seine Zuflucht zum Branntwein zu nehmen; er soll arbeiten, aber es fehlt ihm wegen der unzureichenden Nahrung täglich ein gewisses Quantum von seiner Arbeitskraft. Der Branntwein, durch seine Wirkung auf die Nerven, gestattet ihm die fehlende Kraft auf Kosten seines Körpers zu ergänzen, diejenige Menge heute zu verwenden, welche naturgemäß erst den Tag darauf zur Verwendung hätte kommen dürfen; er ist ein Wechsel, ausgestellt auf die Gesundheit, welcher immer prolongirt werden muß, weil er aus Mangel an Mitteln nicht eingelöst werden kann; der Arbeiter verzehrt das Kapital an Statt der Zinsen, daher denn der unvermeidliche Bankerott seines Körpers.

In ihrer Wirkung auf die Lebensprocesse unterscheiden sich von dem Wein der Thee, Kaffee und die Chokolade.

Wenn man in Erwägung zieht, daß in Europa und Amerika über 80 Millionen Pfund Thee, und im Zollverein über 60 Millionen Pfund Kaffee jährlich verbraucht werden, daß in England und Amerika der Thee einen Bestandtheil der täglichen Lebensordnung des geringsten Arbeiters so wie des reichsten Grundadels ausmacht, daß in Deutschland das Volk auf dem Lande und in Städten um so hartnäckiger am Kaffeegenusse hängt, je mehr die Armuth die Fülle und Auswahl der Lebensmittel beschränkt, und daß der allerschmalste Taglohn immer noch in einen Bruchtheil für Kaffee und in einen andern für Brod und Kartoffeln gespalten wird; im Angesichte solcher Thatsachen läßt sich schwerlich die Behauptung rechtfertigen: es sei der Genuß von Kaffee und Thee eine Sache der bloßen Angewöhnung. (Knapp. ꝛc. Die Nahrungsmittel. Braunschw. 1847.)

Es ist wahr, es haben Tausende von Millionen Menschen gelebt ohne Kaffee und Thee zu kennen, und die tägliche Erfahrung lehrt, daß sie unter Umständen ohne Nachtheil für die blos thierischen Lebensfunctionen entbehrt werden können, aber es ist sicher falsch, hieraus zu schließen, daß sie überhaupt, in Beziehung auf ihre Wirkungen, entbehrlich seien, und es ist sehr die Frage ob, wenn wir keinen Thee und keinen Kaffee hätten, der Volksinstinkt nicht Mittel aufsuchen und finden würde, um sie zu ersetzen. Die Wissenschaft, welche uns in die-

sen Beziehungen so vieles schuldet, wird erst zu erforschen haben, ob es blos auf sündlichen Neigungen beruht, daß jedes Volk der Erde sich ein solches auf das Nervenleben einwirkendes Mittel angeeignet hat, von den Ufern des stillen Oceans an, wo sich der Indianer viele Tage lang aus dem Leben zurückzieht, um das Glück des Kokarausches zu genießen bis zu den arktischen Regionen, wo sich Kamtschadalen und Koriäken aus dem giftigen Fliegenschwamm einen Trank der Aufregung bereiten.

Wir halten es im Gegentheil für höchst wahrscheinlich, um nicht zu sagen gewiß, daß der Instinkt des Menschen, in dem Gefühle gewisser Lücken, oder gewisser Bedürfnisse des gesteigerten Lebens in unserer Zeit, welche durch Quantität nicht befriedigt werden können, eben in diesen Erzeugnissen des Pflanzenlebens das wahre Mittel aufgefunden hat, um seiner täglichen Nahrung die erforderliche und vermißte Beschaffenheit zu geben.

Eine jede Substanz, insofern sie Antheil an den Lebensprocessen nimmt, wirkt in einer gewissen Weise auf unser Nervensystem, auf die sinnlichen Neigungen und den Willen des Menschen ein.

M a c a u l a y, der große Forscher in dem Gebiete der Geschichte, hat zwar in seinem classischen Werke, dem Einfluß der Kaffeehäuser auf den politischen Zu-

stand Englands im 17. Jahrhundert verdiente Berücksichtigung geschenkt, aber der Antheil, den die Bestandtheile des Kaffee's auf die Geistesrichtung damals hatten, dies ist ein Problem, welches noch zu lösen ist.

Was wir von den physiologischen Wirkungen dieser Getränke wissen, ist nicht des Erwähnens werth; gewöhnlich knüpft man sie an das Vorhandensein des Theïns (identisch mit Caffeïn im Kaffee und im Maté oder Paraguay Thee), und dies vielleicht mit Recht; es giebt keine Getränke, welche in ihrer Zusammengesetztheit und in gewissen Bestandtheilen mehr Aehnlichkeit mit Fleischbrühe haben, als Thee und Kaffee und es ist sehr wahrscheinlich, daß ihr Gebrauch als Bestandtheil der Nahrung auf der erregenden und belebenden Wirkung beruht, welche diese Getränke mit der Fleischbrühe gemein haben.

Wenn man gewöhnliche Theeblätter, in einem Uhrglase, mit Papier leicht bedeckt auf einem heißen Bleche bis zur Bräunung allmälig erhitzt, so sieht man lange weiße glänzende Krystalle sich an das Papier und die Theeblätter anlegen; dies ist das Theïn.

Seinen Eigenschaften nach gehört das Theïn zu der Klasse der organischen Basen, welche alle ohne Ausnahme eine Wirkung auf das Nervensystem ausüben. Nach ihren Wirkungen in eine Reihe geordnet, welche mit dem Theïn beginnt, wirken die Endglieder

derselben, das Strychnin, Brucin als die furchtbarsten Gifte, das Chinin, mehr in der Mitte stehend als die geschätzteste Arznei; die Bestandtheile des Opiums haben in gewissen Gaben arzneiliche, in größeren Gaben giftige Wirkungen. Die giftig und arzneilich wirkenden Pflanzenbasen enthalten auf 1 Aequivalent Stickstoff mehr wie 8 Aequivalente Kohlenstoff. Theïn und Kaffeïn und die ihnen ähnlichen Stoffe, welche ohne Nachtheil genossen werden können, enthalten hingegen auf dieselbe Menge Stickstoff weniger Kohlenstoff wie die Blutbestandtheile.

Zu keiner organischen stickstoffhaltigen Basis steht das Theïn hinsichtlich seiner Zusammensetzung in einer näheren Beziehung als zum Kreatinin, zu der so merkwürdigen im Muskelsystem der Thiere vorhandenen und im thierischen Lebensproceß erzeugten Verbindung, so wie zum Glycocoll, von dem wir voraussetzen dürfen, daß es einen Paarling der Leimsubstanz ausmacht, wie dies aus den folgenden Formeln anschaulich ist:

Theïn	C_8	N_2	H_5	O_2
Kreatinin	C_8	N_3	H_7	O_2
Glycocoll . . . . . . (wasserfrei)	C_8	N_2	H_8	O_6
Kreatin	C_8	N_3	H_{11}	O_6
Theobromin im Cacao .	C_7	N_2	H_4	O_2

Man bemerkt bei Ansicht dieser Formeln, daß das Kreatinin die Elemente des Theïns und die des Amid (NH_2) enthält und daß sich Glycocoll und Kreatin durch die Elemente von 1 Aequivalent Ammoniak unterscheiden, welche das Kreatin mehr enthält.

Das Theïn liefert in gewissen Zersetzungsprocessen eine Reihe von höchst merkwürdigen Producten, die mit den Producten, welche die Harnsäure bei ähnlichen Einwirkungen liefert, große Aehnlichkeit haben (Rochleder). Das Getränke Thee unterscheidet sich von dem Getränke Kaffee durch seinen Eisen- und Mangangehalt. Dampft man einen klaren Theeaufguß von Pecco oder Souchong-Thee zur Trockne ab und äschert den Rückstand vollständig ein, so bleibt eine Asche, welche oft durch mangansaures Kali grün gefärbt ist und mit Salzsäure, des Gehaltes an dieser Säure wegen, Chlor entwickelt. Der Gehalt des Thee's an diesen Metallen ist um so merkwürdiger, weil die empfindlichsten Reagentien das Eisen im Thee nicht anzeigen; setzt man ein Eisensalz zu, so wird der Thee wegen seines Gerbstoffgehaltes schwarz wie Dinte; der Theeaufguß enthält eine Eisenverbindung, auf welche der Gerbstoff offenbar ohne alle Wirkung ist.

Wir genießen demnach in dem Thee (von manchen Theesorten) ein Getränk, welches den wirkenden Bestandtheil der wirksamsten Mineralquellen enthält und

so gering auch die Menge Eisen sein mag, die man täglich darin zu sich nimmt, so kann dieselbe auf die vitalen Vorgänge nicht ohne Einfluß sein. *)

---

*) Ein Theeaufguß von 70 Gramm. Peccothee enthielt 0,104 Gramm. Eisenoxyd und 0,20 Gramm. Manganoxydul. (Fleitmann).

Bestandtheile der Asche des

	Theeaufgusses (Souchongthee) (Lehmann)	Kaffeeabsudes (Javakaffee) (Lehmann)	der Kakaobohnen (Guyaquil) (Zedeler)
Kali	47,45	51,45	37,14
Kalk	1,24	3,58	2,88
Magnesia	6,84	8,67	15,97
Eisenoxyd	3,29	0,25	0,10
Phosphorsäure	9,88	10,02	39,65
Schwefelsäure	8,72	4,01	1,53
Kieselsäure	2,31	0,73	0,17
Kohlensäure	10,09	20,50	0,00
Manganoxyd	0,71	0,00	0,00
Chlornatrium	3,62	Cl K 1,98	Cl 1,66
Natron	5,03	0,00	0,00
Kohle u. Sand	1,09	0,49	0,00
	100,77	100,68	100,33

100 Gew. Theile Theeblätter (Souchong) geben mit siedendem Wasser ausgezogen 15,536 Gew. Th. trocknen Extract, worin 3,06 Gew. Th. Asche (= 19,69 pCt. des Extracts). 100 Gew. Th. geröstete Kaffeebohnen lieferten mit Wasser ausgekocht 21,52 Gew. Th. Extract, worin 3,41 Gew. Th. Asche (16,6 pCt. des Extracts). Die Kakaobohnen waren ausgehülßt und lieferten 3,62 pCt. Asche.

Durch seinen Gehalt an empyreumatischen Substanzen erhält der Kaffee die Eigenschaft, diejenigen Processe der Auflösung und Zersetzung, welche durch Fermente eingeleitet und im Gang erhalten werden, aufzuheben: man weiß, daß alle brenzlichen Stoffe der Gährung und Fäulniß entgegenwirken und daß z. B. geräuchertes Fleisch weniger verdaulich als blos gesalzenes ist. Personen mit schwachen oder empfindlichen Verdauungswerkzeugen werden mit einiger Aufmerksamkeit leicht gewahr, daß eine Tasse starken Kaffee's nach Tisch die Verdauung augenblicklich aufhebt; erst wenn die Aufsaugung und Entfernung desselben stattgefunden hat, spürt man wieder Erleichterung; für starke Verdauungswerkzeuge, welche für dergleichen Wirkungen keine Reagentien sind, dient der Kaffee nach dem Essen aus demselben Grunde, um die durch Wein und Gewürze über eine gewisse Grenze hinaus erhöhte Thätigkeit zu mäßigen. Diese hemmenden Wirkungen auf die Verdauung besitzt der Thee nicht, er erhöht im Gegentheil die peristaltischen Bewegungen der Eingeweide, was nach Genuß von starkem Thee namentlich nüchtern, durch Brechreiz sich zu erkennen giebt.

Es ist bereits früher hervorgehoben worden, daß der tägliche Verbrauch von Respirationsmitteln an Quantität das Fünf- bis Sechsfache von dem Gewicht der plastischen Stoffe beträgt, und es wird in Hunger=

jahren der Mangel der erstern vorzugsweise und am empfindlichsten in allen Volksklassen gefühlt. Während der Preis des Fettes, der Butter, mit dem Kornpreis steigen, und die Kartoffeln verhältnißmäßig einen höhern Preis als Korn gewinnen, bleibt der Preis des Fleisches in der Regel derselbe, wie in wohlfeilen Jahren. Ein Grund hiervon ist, daß das Brod das Fleisch ersetzen kann, aber für die Bedürfnisse des Menschen nicht ebenso vollständig ersetzbar ist durch Fleisch. *) Ein anderer Grund des niedrigen Preises der Fleisch=

*) Bei Gelegenheit der Beschreibung seines Aufenthaltes in den Pampas erwähnt Darwin in seinem unvergleichlichen Werke, welches eine Fülle der schönsten Beobachtungen enthält: Wir konnten hier (Tapalguen 17 Sept.) etwas Zwieback kaufen. Ich hatte seit mehreren Tagen Nichts als Fleisch gegessen, fühlte mich aber ganz wohl bei dieser Nahrung, merkte indessen, daß es nur zu einer sehr thätigen Lebensweise passen möchte; ich habe gehört, daß Kranke in England, die man ganz auf animalische Nahrung gesetzt hatte, diese selbst mit der Hoffnung der Gesundheit vor Augen nicht ertragen konnten. Und doch berühren die Gauchos in den Pampas Monate lang Nichts als Rindfleisch. Aber ich muß bemerken, daß sie eine sehr große Menge Fett essen, sie verschmähen auch besonders mageres trockenes Fleisch wie das des Aguti. (Naturwissenschaftliche Reisen rc. von Ch. Darwin. Deutsch an D. E. Dieffenbach. Braunschweig bei Fr. Vieweg und Sohn. 1844.)

Homer versäumt keine Gelegenheit, wenn er die Mahlzeiten und Schmäuse seiner Helden beschreibt, dem „blühenden" Fett des Schweinerückens die geziemende Lobrede zu halten.

waaren beruht darin, daß in Jahren der Mißernten in Folge von einem Uebermaß an Feuchtigkeit, wenn die gewöhnlichen Nährpflanzen mißrathen, Ueberfluß an grünem Futter, an Klee, Gras, Wurzelgewächsen ist; das Fleisch behält seinen niederen Preis, weil die Nachfrage darnach nicht in dem Verhältniß wie nach Brod steigt; in trockenen Jahren hat der Landwirth kein Futter, er ist genöthigt sein Vieh zu schlachten und um jeden Preis zu verkaufen und die Ueberführung des Marktes macht das Fleisch noch wohlfeiler wie in gewöhnlichen Jahren.

Der fleischessende Mensch bedarf zu seiner Erhaltung eines ungeheuren Gebietes, weiter und ausgedehnter noch wie der Löwe und Tiger, weil er, wenn die Gelegenheit sich darbietet, tödtet, ohne zu genießen. Eine Nation Jäger auf einem begrenzten Gebiete ist der Vermehrung durchaus unfähig; der zum Athmen unentbehrliche Kohlenstoff muß von den Thieren genommen werden, von denen auf der gegebenen Fläche nur eine beschränkte Anzahl leben kann. Diese Thiere sammeln von den Pflanzen die Bestandtheile ihres Blutes und ihrer Organe und liefern sie den von der Jagd lebenden Indianern, die sie unbegleitet von den Stoffen genießen, welche während der Lebensdauer des Thieres seinen Athmungsproceß unterhielten. Während der Indianer mit einem einzigen Thiere und einem diesem gleichen Gewichte Stärkmehl eine gewisse Anzahl von

Tagen hindurch sein Leben und seine Gesundheit würde erhalten können, muß er, um die für diese Zeit nöthige Wärme zu gewinnen, fünf Thiere verzehren. Seine Nahrung enthält einen Ueberfluß von plastischem Nahrungsstoff; was ihr in dem größeren Theil des Jahres fehlt, ist das hinzugehörige Respirationsmittel; daher denn die dem fleischessenden Menschen innewohnende Neigung zu Branntwein.

Die praktische Seite des Ackerbaues kann nicht klarer und tiefer aufgefaßt werden, als dies in der Rede des nordamerikanischen Häuptlings geschehen, welche der Franzose Crevecour überliefert hat. Jener, seinem Stamme der Missisäer den Ackerbau empfehlend, sprach: „Seht ihr nicht, daß die Weißen von Körnern, wir aber von Fleisch leben? daß das Fleisch mehr als 30 Monden braucht, um heranzuwachsen und oft selten ist? daß jedes der wunderbaren Körner, die sie in die Erde streuen, ihnen mehr als hundertfältig zurückgiebt? daß das Fleisch vier Beine hat zum Fortlaufen und wir nur zwei, um es zu haschen? daß die Körner da wo die weißen Männer sie hinsäen, bleiben und wachsen; daß der Winter, der für uns die Zeit der mühsamen Jagden, ihnen die Zeit der Ruhe ist. Darum haben sie so viele Kinder und leben länger als wir. Ich sage also jedem, der mich hört, bevor die Bäume über unsern Hütten vor Alter werden abgestorben sein, und die Ahornbäume des Tha-

les aufhören uns Zucker zu geben, wird das Geschlecht der kleinen Kornsäer das Geschlecht der Fleischesser vertilgt haben, wofern diese Jäger sich nicht entschließen, zu säen!"

In seinen beschwerlichen und mühevollen Jagden verbraucht der Indianer durch seine Glieder eine große Summe von Kraft, aber der hervorgebrachte Effect ist sehr gering und steht mit dem Aufwand in keinem Verhältniß.

Die Cultur ist die Oekonomie der Kraft: die Wissenschaft lehrt uns die einfachsten Mittel erkennen, um mit dem geringsten Aufwand von organischer Kraft die größten Wirkungen zu erzielen und mit gegebenen Mitteln ein Maximum von Widerständen zu überwinden.

Eine jede unnütze Kraftäußerung, eine jede Kraftverschwendung in der Agrikultur, in der Industrie, sowie in der Wissenschaft und namentlich im Staate, charakterisirt die Rohheit und den Mangel an wahrer Cultur. Darin liegt eben das außerordentliche Uebergewicht an Kraft, welches unsere Zeit von allen früheren unterscheidet, daß die Entwickelung der Naturwissenschaften und der Mechanik, so wie die nähere Erforschung aller der Ursachen, wodurch mechanische Bewegungen und Ortsveränderungen hervorgebracht werden, zur genaueren Bekanntschaft mit den Gesetzen geführt haben, welche die Menschen befähigen, Naturgewalten, welche sonst Angst

und Entsetzen erweckten, zu seinen gehorsamen und willigen Dienern zu machen.

Einem Prometheus gleich hat der Mensch mit Hülfe des göttlichen Funkens von Oben, welcher genährt durch Religion und Gesittung die Grundlage aller geistigen Vervollkommnung ist, den irdischen Elementen Leben eingeflößt.

Die Dampfmaschine empfängt Speise und Trank und athmet gleich einem Thier; in ihrem Leib besteht eine Quelle von Wärme und eine Quelle von Kraft, wodurch innere und äußere Bewegungseffecte hervorgebracht werden und das bestabgerichtete Pferd folgt nicht geduldiger dem Willen des Menschen, als die Locomotive unserer Eisenbahnen, sie geht schnell und langsam, sie steht still und gehorcht dem leisesten Druck seines Fingers.

Die Wissenschaft, welche die Sklavendienste den Maschinen überträgt, hat zwischen den Naturkräften und der organischen Kraft ein richtigeres Verhältniß hergestellt.*)

*) Die keusche Königin von Ithaka in Abwesenheit ihres Gemahls Ulysses, hatte, erzählt uns Homer, zwölf Sklavinnen nöthig, welche Tag und Nacht beschäftigt waren, um das für den Unterhalt ihres Hauses nöthige Korn zu mahlen. Es war ein einfach gehaltenes Haus und ich übertreibe, wenn ich annehme, daß Penelope dreihundert Personen täglich zu ernähren hatte. Also in diesen Verhältnissen, wo alle Arbeit im Schweiße der Menschen geschah, war eine Person nöthig, um das Korn

Die Summe von Licht und Wärmestrahlen, welche die Erde von der Sonne empfängt, ist eine unveränderliche Größe, aber sie vertheilt sich auf ihrer Oberfläche in Folge von Ursachen, welche man providentielle nennen muß, in ungleicher Weise; daher denn an dem einen Ort ein Ueberschuß, welcher die Produktion der Lebensbedingungen erhöht, an dem andern ein Mangel, durch welchen sie herabsinkt; sind die Kanäle zum Ab- und Zufluß da, so stellt sich von selbst das Gleichgewicht ein; nirgends ein Ueberfluß, nirgends ein Mangel.

In gleicher Weise vertheilt sich auf der Erde der Reichthum und sein Schatten, die Armuth; zu allen Zeiten war das gegenseitige Verhältniß derselben gleich und unveränderlich; einer dauernden Zunahme im Besitz treten Ereignisse entgegen, welche ihr eine Grenze setzen. So wie das Blut sich von den großen Stämmen aus nach den Capillarien hin bewegt, so wird das größte Ein-

---

für fünfundzwanzig, vielleicht nur für die Hälfte, zu mahlen. In unsern Tagen beschäftigt das Mahlen des Getreides unendlich weniger Hände. In der Mühle zu St. Maur bei Paris kann jeden Tag das Getreide für hunderttausend Soldaten von zwanzig Arbeitern gemahlen werden; dieß ist eine Person für fünftausend Consumenten. Penelope konnte ohne Zweifel den zwölf Sclaven nur einen mageren Unterhalt geben, obwohl sie mit Arbeit überladen waren, eben weil der Ertrag der Arbeit dieser Unglücklichen im Verhältniß so gering war. M. Chevalier, Lettres sur l'organisation du travail. Paris Capelle 1848. S. 29.

kommen verbraucht und fließt durch eine unendliche Anzahl von kleineren Kanälen der ursprünglichen Quelle wieder zu.

Wo das Licht stark ist erscheinen die Schatten dunkler; aber die Natur will es, daß in allen Abstufungen des Lichtes kräftige Pflanzen gedeihen; ohne die hohen Bäume gäbe es keine Gesträuche, kein Getreide und keine Feldfrüchte, denn sie ziehen den befruchtenden Regen an und machen, daß immer die Quellen fließen, welche Gedeihen und Wohlstand verbreiten. Die neueren socialistischen Theorien wollen, daß kein Schatten mehr sei; wenn aber das letzte Grashälmchen, welches Schatten wirft, zerstört wäre, dann würde freilich überall Licht, aber auch der Tod wie in der Wüste Sahara's sein.

Durch die in seinem Leibe erzeugbaren Kräfte setzt der Mensch den Naturkräften, die seine Existenz unaufhörlich zu vernichten streben, einen Widerstand entgegen, welcher täglich erneuert werden muß, wenn sein Fortbestehen auf eine Zeitlang gesichert werden soll.

In jeder Stunde stirbt ein Theil unsers Körpers ab und auch im Zustand der vollkommenen Gesundheit verfällt die Maschine nach 70—80 Jahren den irdischen Mächten, aller Widerstand hört völlig auf, ihre Elemente kehren in die Atmosphäre, in den Boden zurück.

Das ganze Leben ist ein unaufhörliches Ringen mit

den Naturkräften, eine ewige Störung und Wiederherstellung eines Gleichgewichtszustandes.

Als Speise und Trank bedarf der Mensch die Mittel zur Wärme und Krafterzeugung, durch sie erzeugt sich in seinem Leibe der Widerstand gegen die Einwirkung der Atmosphäre, welche täglich einen Theil seines Leibes in sich aufnimmt.

Zur Bewahrung seiner Temperatur und zum Schutz gegen Witterung bedarf er der Wohnung, der Kleidung und Heizung: zur Erhaltung der Gesundheit und ihrer Wiederherstellung die Mittel zur Reinlichkeit und Arznei;

Speise und Trank können bis zu einer gewissen Grenze die Kleidung, Heizung und Arznei vertreten, sie selbst sind aber durch Befriedigung keines der andern Lebensbedürfnisse ersetzbar, sie sind absolute oder unentbehrliche Lebensbedürfnisse.

Beim Mangel an innerm Widerstand (beim Hunger) wirken die nämlichen Naturkräfte, welche die Lebenserscheinungen bedingen, einem Schwerte gleich, welches allmälig bis zum Mittelpunkte des Lebens unaufhaltsam dringt und dessen Thätigkeit aufhebt.

Der Mensch bedarf für die Entwickelung, Vervollkommnung, Erhaltung der eigenthümlichen Thätigkeiten seiner Sinnorgane gewisser andern Bedingungen, welche

seine angenehmen und nützlichen Bedürfnisse ausmachen.

Außer diesen hat der Mensch noch eine Anzahl andere Bedürfnisse, welche aus seiner geistigen Natur entspringen, und die durch Naturkräfte nicht befriedigt werden können; es sind dieß die mannigfaltigen Bedingungen der Funktionen seines Geistes, auf deren Entwickelung, Vervollkommnung und Erhaltung, die richtige und zweckmäßige Verwendung der Kräfte des Körpers, so wie die Lenkung und Leitung der Naturkräfte zur Hervorbringung aller seiner nothwendigen, nützlichen und angenehmen Bedürfnisse beruhen.

Wie in dem Leibe des Individuums so geht in der Gesammtheit aller Individuen, welche den Staat ausmachen, ein Stoffwechsel vor sich, der ein Verbrauch aller Bedingungen des Lebens und Zusammenlebens ist.

Silber und Gold haben in dem Organismus des Staates die Rolle der Blutkörperchen in dem menschlichen Organismus übernommen; gleich wie diese runden Scheibchen, ohne selbst einen unmittelbaren Antheil an dem Nutritionsproceß zu nehmen, die Vermittler des Stoffwechsels, der Wärme und Krafterzeugung sind, durch welche die Temperatur erzeugt und die Bewegung des Blutes und aller Säfte bedingt werden, so ist das Geld der Vermittler aller Thätigkeiten im Staatsleben geworden.

Im Mittelalter bezahlte der Steuerpflichtige seine Abgaben in Korn, in Wein, in Eiern und Hühnern, in Frohnden; alle seine unentbehrlichen Bedürfnisse erzeugte er selbst. Die Kolonialwaaren waren ihm unbekannt; mit einem halben Pfunde Heller bestritt er, was er an Werkzeugen bedurfte. Die Gemeinden besaßen ihre Brauhäuser für Bier, an vielen Orten kauften die städtischen Behörden den Wein und verzapften ihn an die Bürger der Stadt. Gold und Silber waren für die große Masse Waaren, die sie auf dem Leibe oder in ihren Häusern zur Schau trugen. Seitdem aber das Geld die Funktionen der Sauerstoffträger im Organismus des Staates übernommen hat, bedienen sich die Reichsten an der Stelle der massiven Geräthe aus Silber und Gold, des Kupfers und weißen Messings mit einem Anfluge von Silber und Gold.

Der Stoffwechsel im Staate, sowie im Leibe des Menschen, ist die Quelle aller seiner Kräfte; seine Fortdauer beruht in dem Ersatz der verbrauchten Lebensbedürfnisse; in der Erneuerung oder Wiederkehr aller Bedingungen des Lebens und Zusammenlebens. Wie in dem thierischen Körper der Stoffwechsel gemessen werden kann durch die Anzahl der Blutkörperchen, welche in einer gegebenen Zeit den Weg von dem Herzen zu den Kapillarien und von da zurück zu dem Herzen nehmen, so ist der Stoffwechsel im Staatskörper meßbar

durch die Geschwindigkeit, mit welcher die Geldstücke von einer Hand in die andere gelangen. Alle Ursachen, welche diese Bewegung hemmen oder welche ähnlich wie die Naturkräfte auf den Stoffwechsel, auf den Verbrauch und Ersatz einwirken, stören den Gleichgewichtszustand und bringen eigenthümliche, den Krankheiten der Individuen ähnliche Zustände hervor.

Gegen die Wirkung gehalten, welche die Geschwindigkeit der Bewegung der Geldstücke hervorbringt, ist ihre absolute Menge eine beinahe verschwindende Größe. Der Staatskörper, im Zustand der vollkommenen Gesundheit, verhält sich wie der menschliche Körper, durch dessen Herz und Kapillarien in 24 Stunden einunddreißig bis achtunddreißigtausend Pfund Blut sich bewegen, während die absolute Menge des Blutes tausendmal weniger beträgt.

Die Summe aller Widerstände, welche die Natur der Fortdauer des Lebens und der Erwerbung der Lebensbedingungen, (welche nach der eigenthümlichen Funktion des Geldes gleichbedeutend ist dem Erwerb an Geld) entgegensetzt, ist genau so groß, daß sich die in dem Menschen erzeugbare thätige Kraft damit ins Gleichgewicht setzen kann. Der Mensch kann naturgesetzlich, ohne sein Fortbestehen zu gefährden, keinen Theil seiner Kraft zur Ueberwindung von Widerständen verbrauchen, durch deren Beseitigung die Mittel nicht erworben

werden, die er bedarf um seine verbrauchte Kraft wiederherzustellen.

Ein vollkommen gleiches Verhältniß besteht für den Organismus des Staates. Ein jeder Verbrauch von Kraft, welche nicht zur Wiederkehr einer Lebensbedingung des Staates dient, oder ein Nichtverbrauch von Kraft, welche zur Erzeugung einer Lebensbedingung vorhanden und verwendbar ist, wirkt auf die Gesundheit des Staatskörpers störend ein.

So wie jede Muskelfaser, jeder Nerv, jeder Theil des Gewebes im thierischen Körper Antheil nimmt an dem in ihm vorgehenden Stoffwechsel und seinen Theil für Aufrechthaltung und Fortdauer der allgemeinen Vorgänge der Verdauung, Blutbildung, Bewegung der Säfte und Absonderung, so wie aller Wirkungen durch die Glieder, die Sinne und das Gehirn beiträgt, so muß jedes Individuum im Staate nach dem Maas der von ihm durch seine Glieder, Sinne oder seinen Geist verwendbaren thätigen Kraft, seinen Theil zur Erhaltung und der Wiederkehr der Lebensäußerungen des Staatskörpers verwenden: die Wirkung dieser Kräfte ist eben die Arbeit.

Jeder Theil des ganzen Organismus hat ein natürliches Recht auf die freieste Verwendung seiner Arbeitskraft und Alle darauf, daß keiner den andern in dieser Verwendung hemmt und hindert; das Maximum der

Wirkung der Arbeitskraft steht im umgekehrten Verhältniß zu der Summe der zu überwindenden Widerstände, je größer die Widerstände sind, desto kleiner ist die Wirkung. Die Aufgabe des christlichen Staates ist, die Widerstände zu vermindern, nicht zu erhöhen, aber die Lehren des größten Staatsmannes unserer Zeit, des weisen Mannes mit dem großen Herzen, dessen Verlust die Nation, der er angehörte und die Welt noch ein Jahrhundert lang betrauern wird, scheinen bis jetzt weder in dem Verstande, noch in den Gemüthern der Menschen fruchtbaren Boden zu finden. Es ist die Unbekanntschaft mit den bedingenden Ursachen der Gesundheit, des Gedeihens, und der Stärke des Staates, welche die Mißverhältnisse herbeigeführt haben, die für manche Staaten die Quelle so vieler Uebel sind. Anstatt eines harmonischen Ganzen hat man eine Mißgestalt; einen großen Kopf auf einem kleinen Körper, enorme Arme und dünne, schwache Beine, einen großen Magen und eine kleine Lunge. Wenn Laune und Zufall anstatt Vorhersicht und Ueberlegung und altherkömmliche Gewohnheiten im Widerspruch mit Naturgesetzen, die Bewegung und Kraftverwendung des Staatsorganismus regeln, so stellt sich von selbst Schwäche und Mangel und in ihrem Gefolge Armuth und Elend ein. Darum führt der barbarische Staat durch unrichtige und ungleich vertheilte Besteuerung ganze Bevölkerungen ihr Lebenlang der

Verhungerung entgegen, wenn sie genöthigt sind, eine zu große Summe ihrer eigenen Kraft, zu ihrer bloßen Fortdauer und für Zwecke zu verwenden, durch welche die Kräfte aller einzelnen Theile nicht vollkommen wieder hergestellt werden. Darum haben die Staaten mit großen stehenden Heeren nur den Schein von Stärke, weil ein dauernder Aderlaß den besten Theil ihres Blutes und ihre edelsten Säfte entzieht; ihre Macht ist der Kraft gleich, welche der Wilde im Brantweinrausche findet; wenn der Rausch verfliegt, dann ist die Macht mit der Kraft dahin.

„Alles was dem Zufall, dem freien Willen, den Leidenschaften der Menschen oder dem Grade der Intelligenz anheim gegeben zu sein scheint, ist an ebenso feste, unverbrüchliche und ewige Gesetze geknüpft wie die Erscheinungen der materiellen Welt. Niemand kennt den Tag oder die Stunde seines Todes, und nichts erscheint zufälliger als die Geburt eines Knabens oder eines Mädchens. Aber wie Viele von einer Million in einem Lande zusammen lebenden Menschen in 10 — 20 — 40 — 60 Jahren gestorben, wieviel Knaben und Mädchen in einer Million Geburten enthalten sein werden, dieß ist so gewiß und viel gewisser noch als irgend eine menschliche Wahrheit."

„Die Statistik der Gerichtshöfe hat uns von der regelmäßigen Wiederkehr derselben Verbrechen unter-

richtet und es ergiebt sich daraus die für unsern Verstand, weil die Verbindungsglieder fehlen, unbegreifliche Thatsache, daß man für jedes größere Land die Zahl der Verbrechen und der einzelnen Arten derselben für jedes kommende Jahr, mit derselben Gewißheit voraussagen kann, mit welcher man die Zahl der Geburten und natürlichen Todesfälle bestimmt hat. Von hundert der vor dem höchsten Gerichtshofe in Frankreich Angeklagten werden 61, in England 71 verurtheilt. Die Abweichungen im Mittel betragen kaum den hundertsten Theil des Ganzen. Die Anzahl von Selbstmorden im Allgemeinen, durch Schießwaffen, durch den Strick lassen sich für 15 Jahre mit Zuverlässigkeit vorher bestimmen."

„Eine jede große Anzahl Erscheinungen derselben Art, welche periodisch auf und niedergehen, führt auf ein unveränderliches Verhältniß. Dieß ist das Gesetz der großen Zahlen, dem alle Dinge und alle Ereignisse ohne Ausnahme unterworfen sind. Diese Gesetze haben in der moralischen Welt nichts mit dem innern Wesen von Tugend und Laster, sondern mit den äußern Ursachen und den Wirkungen zu thun, die sie in der menschlichen Gesellschaft hervorbringen. Den Einfluß der Erziehung und der Gewöhnung an Ordnung und Arbeit auf die Sittlichkeit der Menschen läugnet Niemand, ohne daß es Jemanden einfällt diese Sittlichkeit zu einer bloßen Folge jener Gewöhnung machen zu wollen. Eine gute

Erziehung, eine erhöhte Cultur mindert die Anzahl der Verbrechen, gleich wie die Anzahl der jährlichen Todesfälle in unsern Mortalitätstabellen." (Quetelet. Ueber den Menschen und die Entwickelung seiner Fähigkeiten, deutsch von Riecke. Stuttgart 1838.)

Es ist klar, daß die Erkenntniß der wahren Mittel, um die menschliche Gesellschaft einem bessern Zustande näher zu führen und das Glück der Völker dauernd zu begründen, nur durch die Aufsuchung des Einflusses aller andern Einrichtungen, Gebräuche, Gewohnheiten und Institutionen auf die Moralität des Menschen, auf dem Wege der Zahlen erlangt werden kann. Dieß ist die wahre Naturforschung.

Neunundzwanzigster Brief.

Jedermann weiß, daß in dem begränzten, wiewohl ungeheuern Raume des Meeres ganze Welten von Pflanzen und Thieren auf einander folgen, daß eine Generation dieser Thiere alle ihre Elemente von den Pflanzen erhält, daß die Bestandtheile ihrer Organe nach dem Tode des Thieres die urspüngliche Form wieder annehmen, in welcher sie einer neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung dienen.

Der Sauerstoff, den die Seethiere in ihrem Athmungsproceß der daran so reichen im Wasser gelösten Luft (sie enthält 32 bis 33 Volum Procente, die atmosphärische nur 21 Procent Sauerstoff) entziehen, wird in dem Lebensproceß der Seepflanzen dem Wasser wieder ersetzt; er tritt an die Producte der Fäulniß der gestorbenen Thierleiber, verwandelt ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser, während ihr Stickstoff die Form von Ammoniak wieder annimmt.

Wir beobachten, daß im Meere, ohne Hinzutritt oder Hinwegnahme eines Elementes, ein ewiger Kreislauf stattfindet, der nicht in seiner Dauer, wohl aber in seinem Umfang begränzt ist, durch die in dem begränzten Raume in endlicher Menge enthaltene Nahrung der Pflanze.

Wir wissen, daß bei den Seegewächsen von einer Zufuhr an Nahrung, von Humus, durch die Wurzel nicht die Rede sein kann. Welche Nahrung kann in der That die faustdicke Wurzel des Riesentangs aus einem nackten Felsstück ziehen, an dessen Oberfläche man nicht die kleinste Veränderung wahrnimmt — eine Pflanze, welche eine Höhe von 360 Fuß erreicht (Cook), von der ein Exemplar mit seinen Blättern und Zweigen Tausende von Seethieren ernährt. Diese Pflanzen bedürfen offenbar nur einer Befestigung, welche den Wechsel des Ortes hindert, oder eines Gegengewichts um sie schwimmend zu halten; sie leben in einem Medium, das allen ihren Theilen die ihnen nöthige Nahrung zuführt; das Meerwasser enthält ja nicht allein Kohlensäure und Ammoniak, sondern auch die phosphorsauren und kohlensauren Alkalien und Erdsalze, welche die Seepflanze zu ihrer Entwicklung bedarf, und die wir als nie fehlende Bestandtheile in ihrer Asche finden. Alle Erfahrungen geben zu erkennen, daß die Bedingungen, welche das Dasein und die Fortdauer der Seepflanzen

sichern, die nämlichen sind, welche das Leben der Landpflanzen vermitteln.

Die Landpflanze lebt aber nicht wie die Seepflanze in einem Medium, das alle ihre Elemente enthält und jeden Theil ihrer Organe umgibt, sondern sie ist auf zwei Medien angewiesen, von denen das eine (der Boden) die Bestandtheile enthält, die in dem andern (der Atmosphäre) fehlen.

Wie ist es möglich, kann man fragen, daß man jemals über den Antheil, den der Boden, den seine Bestandtheile an dem Gedeihen der Pflanzenwelt nehmen, in Zweifel sein konnte? daß es eine Zeit gab, wo man die mineralischen Bestandtheile der Pflanze nicht als wesentlich und nothwendig betrachtete? Auch an der Oberfläche der Erde hat man ja den nämlichen Kreislauf beobachtet, einen unaufhörlichen Wechsel, eine ewige Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts. Die Erfahrungen in der Agricultur geben zu erkennen, daß die Zunahme an Pflanzenstoff auf einer gegebenen Oberfläche wächst mit der Zufuhr an gewissen Stoffen, ursprünglich Bestandtheilen der nämlichen Bodenoberfläche, die von der Pflanze daraus aufgenommen worden waren: die Excremente der Menschen und Thiere stammen ja von den Pflanzen, es sind ja gerade die Materien, welche in dem Lebensproceß der Thiere, oder nach ihrem Tode, die Form wieder erhalten, die sie als Bodenbe-

standtheile besaßen. Wir wissen, daß die Atmosphäre keinen dieser Stoffe enthält und keinen ersetzt; wir wissen, daß ihre Hinwegnahme von dem Acker eine Ungleichheit der Production, einen Mangel an Fruchtbarkeit nach sich zieht, daß wir durch Hinzuführung dieser Stoffe die Fruchtbarkeit erhalten, daß wir sie vermehren können.

Kann man nach so vielen, so schlagenden Beweisen über den Ursprung der Bestandtheile der Thiere und der Bestandtheile der Pflanzen, den Nutzen der Alkalien, der phosphorsauren Salze, des Kalkes, den kleinsten Zweifel über die Principien hegen, auf welchen die rationelle Agricultur beruht?

Beruht denn die Kunst des Ackerbaues auf etwas anderem als auf der Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts? Ist es denkbar, daß ein reiches, fruchtbares Land mit einem blühenden Handel, welches Jahrhunderte lang die Producte seines Bodens in der Form von Vieh und Getreide ausführt, seine Fruchtbarkeit behält, wenn der nämliche Handel ihm nicht die entzogenen Bestandtheile seiner Aecker, welche die Atmosphäre nicht ersetzen kann, in der Form von Dünger wieder zuführt! Muß nicht für dieses Land der nämliche Fall eintreten, wie für die einst so reichen fruchtbaren Gegenden Virginiens, in denen kein Weizen und kein Tabak mehr gebaut werden kann?

In Englands großen Städten werden die Producte der englischen und überdies noch fremder Agricultur verzehrt; die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile von einer ungeheuren Oberfläche kehren aber nicht auf die Aecker zurück. Einrichtungen, welche in den Sitten und Gewohnheiten des Volkes liegen und diesem Lande eigenthümlich sind, machen es schwierig, vielleicht unmöglich, die unermeßliche Menge der phosphorsauren Salze (der wichtigsten, wiewohl in dem Boden in kleinster Menge enthaltenen Mineralsubstanzen) zu sammeln, welche täglich in der Form von flüssigen und festen Excrementen den Flüssen zugeführt werden. Wir sahen für die an phosphorsauren Salzen so erschöpften englischen Felder den merkwürdigen Fall eintreten, daß die Einfuhr von Knochen (des phosphorsauren Kalkes) von dem Continent den Ertrag derselben wie durch einen Zauber um's Doppelte erhöhte! Die Ausfuhr dieser Knochen muß aber, wenn sie in dem nämlichen Maßstab fortdauern sollte, nach und nach den deutschen Boden erschöpfen; der Verlust ist um so größer, da ein einziges Pfund Knochen soviel Phosphorsäure wie ein ganzer Centner Getreide enthält.

Die unvollkommene Kenntniß von der Natur und den Eigenschaften der Materie gab in der alchemistischen Periode zu der Meinung Veranlassung, daß die Metalle, das Gold, sich aus einem Samen entwickeln. Man sah

in den Krystallen und ihren Verästelungen die Blätter und Zweige der Metallpflanze und alle Bestrebungen gingen dahin, den Samen und die zu seiner Entwicklung geeignete Erde zu finden. Ohne einem gewöhnlichen Pflanzensamen scheinbar etwas zu geben, sah man ihn ja zu einem Halm, zu einem Stamm sich entwickeln, welcher Blüthen und wieder Samen trug; hatte man den Metallsamen, so durfte man ähnliche Hoffnungen hegen.

Diese Vorstellungen konnte nur eine Zeit gebären, in der man von der Atmosphäre so gut wie nichts wußte, wo man von dem Antheil, den die Erde, den die Luft an den Lebensprocessen in der Pflanze und den Thieren nimmt, keine Ahnung hatte. Die heutige Chemie stellt die Elemente des Wassers dar, sie setzt dieses Wasser mit allen seinen Eigenschaften aus diesen Elementen zusammen, aber sie kann diese Elemente nicht schaffen, sie kann sie nur aus dem Wasser gewinnen. Das neugebildete künstliche Wasser ist früher Wasser gewesen. Viele unserer Landwirthe gleichen den alten Alchemisten: wie diese dem Stein der Weisen, so streben sie dem wunderbaren Samen nach, der ohne weitere Zufuhr von Nahrung auf ihrem Boden, der kaum reich genug für die einheimisch gewordenen Pflanzen ist, hundertfältig tragen soll!

Die seit Jahrhunderten, seit Jahrtausenden gemachten Erfahrungen sind nicht im Stande, sie vor immer neuen Täuschungen zu bewahren, die Kraft des Wider-

standes gegen solchen Aberglauben kann nur die Kenntniß wahrer wissenschaftlicher Principien gewähren.

In der ersten Zeit der Philosophie der Natur war es das Wasser allein, aus dem sich das Organische entwickelte, dann war es das Wasser und gewisse Bestandtheile der Luft, und jetzt wissen wir, daß noch andere Hauptbedingungen von der Erde geliefert werden müssen, wenn die Pflanze das Vermögen sich zu vervielfältigen erlangen soll.

Die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Nahrungsstoffe der Pflanzen ist begränzt, allein sie muß vollkommen ausreichend sein, um die ganze Erdrinde mit einer reichen Vegetation zu bedecken.

Beachten wir, daß unter den Tropen und in den Gegenden der Erde, wo sich die allgemeinsten Bedingungen der Fruchtbarkeit, Feuchtigkeit, ein geeigneter Boden, Luft und eine höhere Temperatur vereinigen, daß dort die Vegetation kaum durch den Raum begränzt ist, daß da, wo der Boden zur Befestigung fehlt, die absterbende Pflanze, ihre Rinde und Zweige selbst zum Boden werden. Es ist klar, daß es den Pflanzen dieser Gegenden an atmosphärischem Nahrungsstoff nicht fehlen kann; er fehlt auch unsern Culturpflanzen nicht. Durch die unaufhörliche Bewegung der Atmosphäre wird allen Pflanzen eine gleiche Menge von den zu ihrer Entwicklung nöthigen atmosphärischen Nahrungsstoffen zugeführt, die

Luft unter den Tropen enthält nicht mehr davon, wie die Luft in den kalten Zonen; und dennoch, wie verschieden scheint das Productionsvermögen von gleichen Flächen Landes dieser verschiedenen Gegenden zu sein!

Alle Pflanzen der tropischen Gegenden, die Oel- und Wachspalmen, das Zuckerrohr, sie enthalten, verglichen mit unsern Culturgewächsen, nur eine geringe Menge der eigentlichen, zur Ernährung des Thieres nothwendigen Blutbestandtheile. Die Knollen der einem hohen Strauch gleichen Kartoffelpflanze in Chili würden, von einem ganzen Morgen Land gesammelt, kaum hinreichen, um das Leben einer irländischen Familie einen Tag lang zu fristen (Darwin). Die zur Nahrung dienenden Pflanzen, welche Gegenstände der Cultur sind, sind ja nur Mittel zur Erzeugung dieser Blutbestandtheile. Beim Mangel an den Elementen, die für ihre Erzeugung der Boden liefern muß, wird sich vielleicht Amylon, Zucker, Holz, aber es werden sich diese Blutbestandtheile nicht bilden können. Wenn wir auf einer gegebenen Fläche mehr davon hervorbringen wollen, als auf dieser Fläche die Pflanze im freien wilden, im normalen Zustande aus der Atmosphäre fixiren oder aus dem Boden empfangen kann, so müssen wir eine künstliche Atmosphäre schaffen, wir müssen dem Boden die Bestandtheile zusetzen, die ihm fehlen.

Die Nahrung, welche verschiedenen Gewächsen in

einer gegebenen Zeit zugeführt werden muß, um eine freie und ungehinderte Entwickelung zu gestatten, ist sehr ungleich.

Auf dürrem Sande, auf reinem Kalkboden, auf nackten Felsen gedeihen nur wenige Pflanzengattungen, meistens nur perennirende Gewächse; sie bedürfen zu ihrem langsamen Wachsthum nur sehr geringe Mengen von Mineralsubstanzen, die ihnen der für andere Gattungen unfruchtbare Boden in hinreichender Menge noch zu liefern vermag; die einjährigen, namentlich die Sommergewächse, wachsen und erreichen ihre vollkommene Ausbildung in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit, sie kommen auf einem Boden nicht fort, welcher arm ist an den zu ihrer Entwicklung nothwendigen Mineralsubstanzen. Um ein Maximum an Größe in der gegebenen kurzen Periode ihres Lebens zu erlangen, reicht die in der Atmosphäre enthaltene Nahrung nicht hin. Es muß für sie, wenn die Zwecke der Cultur erreicht werden sollen, in dem Boden selbst eine künstliche Atmosphäre von Kohlensäure und von Ammoniak geschaffen und dieser Ueberschuß von Nahrung, welchen die Blätter sich aus der Luft nicht aneignen können, muß den ihnen correspondirenden Organen, die sich im Boden befinden, zugeführt werden. Das Ammoniak reicht aber mit der Kohlensäure allein nicht hin, um zu einem Bestandtheil der Pflanze, um zu einem Nahrungsstoff für das Thier zu werden;

ohne die Alkalien wird kein Albumin, ohne phosphorsaure Alkalien und Erdsalze wird kein Pflanzenfibrin, kein Pflanzencasein gebildet werden können; die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalkes, den wir in den Rinden und Borken der Holzpflanzen in so großer Menge als Excrement sich ausscheiden sehen, wir wissen, daß er unsern Getreide- und Gemüsepflanzen für die Bildung ihrer Samen unentbehrlich ist.

Wie verschieden verhalten sich von den Sommergewächsen die immergrünenden Gewächse, die Fettpflanzen, Moose, die Nadelhölzer und Farrenkräuter! Sommer und Winter nehmen sie zu jeder Zeit des Tages Kohlenstoff durch ihre Blätter auf, durch Absorption von Kohlensäure, die ihnen der unfruchtbare Boden nicht liefern kann; ihre lederartigen oder fleischigen Blätter halten das aufgesaugte Wasser mit großer Kraft zurück; sie verlieren, verglichen mit andern Gewächsen, nur wenig davon durch Verdunstung.

Wie gering ist zuletzt die Menge der Mineralsubstanzen, die sie während ihres kaum stillstehenden Wachsthums das ganze Jahr hindurch dem Boden entziehen, wenn wir sie mit der Menge vergleichen, die z. B. eine Ernte Weizen bei gleichem Gewicht in drei Monaten von dem Boden empfängt!

Wenn es im Sommer an Feuchtigkeit fehlt, durch deren Vermittlung die Pflanze die ihr nöthigen Alkalien

und Salze vom Boden erhält, so beobachten wir eine Erscheinung, welche früher, wo die Bedeutung der mineralischen Nahrungsstoffe für das Leben der Pflanze nicht erkannt war, völlig unerklärlich schien. Wir sehen nämlich, daß die Blätter in der Nähe des Bodens, die sich zuerst und vollkommen entwickelt hatten, ohne eine sichtbar auf sie einwirkende schädliche Ursache ihre Lebensfähigkeit verlieren, sie schrumpfen zusammen, werden gelb und fallen ab. Diese Erscheinung zeigt sich in dieser Form nicht in feuchten Jahren, man beobachtet sie nicht an immergrünenden Gewächsen, und nur in seltenen Fällen an Pflanzen, welche lange und tiefe Wurzeln treiben; sie zeigt sich nur im Herbst und Winter an perennirenden Gewächsen.

Die Ursache dieses Absterbens ist jetzt einem Jeden klar. Die völlig entwickelt vorhandenen Blätter nehmen unausgesetzt aus der Luft Kohlensäure und Ammoniak auf, welche zu Bestandtheilen neuer Blätter, Knospen und Triebe übergehen; aber dieser Uebergang kann ohne die Mitwirkung der Alkalien und der übrigen Mineralbestandtheile nicht stattfinden. Ist der Boden feucht, so werden sie unausgesetzt zugeführt, die Pflanze behält ihre lebendige grüne Farbe; ist aber bei trockenem Wetter diese Zufuhr aus Mangel an Wasser abgeschnitten, so findet in der Pflanze selbst eine Theilung statt. Die mineralischen Bestandtheile des Saftes der schon ausge-

bildeten Blätter werden denselben entzogen und zur Ausbildung der jungen Triebe verwendet, und mit der Entwicklung des Samens findet sich ihre Lebensfähigkeit völlig unterdrückt. Die abgewelkten Blätter enthalten nur Spuren von löslichen Salzen, während die Knospen und Triebe außerordentlich reich daran sind.

Wir sehen auf der andern Seite, daß in einem mit Salzen zu reichlich versehenen Boden durch einen Ueberfluß an löslichen Mineralbestandtheilen, bei vielen, vorzüglich Küchengewächsen, auf der Oberfläche der Blätter Salze abgesondert werden, welche das Blatt mit einer weißen filzigen Kruste bedecken; in Folge dieser Ausschwitzungen kränkeln die Pflanzen, ihre organische Thätigkeit nimmt ab, ihr Wachsthum wird gestört, und wenn dieser Zustand längere Zeit dauert, so stirbt die Pflanze ab. Diese Beobachtung macht man namentlich an blattreichen Pflanzen von großer Oberfläche, welche eine beträchtliche Menge von Wasser ausdunsten.

Bei Rüben, Kürbissen, Erbsen tritt diese Krankheit mehrentheils ein, wenn der Boden nach anhaltend trockenem Wetter, zu einer Zeit, wo die Pflanze ihrer Ausbildung nahe, wo sie aber noch nicht vollendet ist, durch heftige, aber kurzdauernde Regengüsse durchnäßt wird, und wenn auf diese wieder trockenes Wetter erfolgt. Durch die eintretende stärkere Verdunstung gelangt mit dem durch die Wurzeln aufgesaugten Wasser eine weit grö-

ßere Menge von Salzen in die Pflanze, als sie verwenden kann. Diese Salze effloresciren an der Oberfläche der Blätter und wirken, wenn sie krautartig und saftig sind, ganz ähnlich auf sie ein, wie wenn man sie mit Salzauflösungen begossen hätte von einem größern Salzgehalt, als ihr Organismus verträgt. Von zwei Pflanzen gleicher Art trifft diese Krankheit immer die, welche ihrer vollendeten Ausbildung am nächsten steht; ist die eine Pflanze später gepflanzt oder ist sie in ihrer Entwicklung weiter zurückgeblieben, so tragen die nämlichen Ursachen, welche auf die andere schädlich einwirkten, dazu bei, ihre eigne Entwicklung zu befördern.

---

*) In dem Journal of the Royal Agricultural Society of England T. XI Part II. ist im vorigen Jahr ein Aufsatz von Herrn Ph. Pusey über die Fortschritte der landwirthschaftlichen Kenntnisse während der letzten 8 Jahren erschienen, in welchem er in seiner Betrachtung des Einflußes der Chemie auf die Landwirthschaft folgendermaßen schließt: „Die von Liebig übereilt angenommene Mineraltheorie, daß die Ernten steigen und fallen in gradem Verhältnißmit dem Gehalt des Feldes oder der Zufuhr oder Abnahme von den Mineralsubstanzen, welche in dem Dünger zugeführt werden, hat den Todesstoß durch Herrn Lawes Versuche erhalten.'' „Herr Lawes, unsere beste Autorität, sagt Herr P., hat gewißlich soviel dargethan, daß von den zwei wirksamen Bestandtheilen des Düngers, das Ammoniak besonders geeignet ist für Korn, Phosphorus für Rüben und daß für Rüben die holzigen Substanzen des Strohs wahrscheinlich nutzbringend sind. Außer Liebigs Vorschlag, die Knochen in Schwe-

felsäure aufzulösen und Sir Robert Kane's Vorschlag, das Flachswasser als Dünger zu gebrauchen, gibt es, sagt Herr Ph. Pusey, keinen landwirthschaftlichen Fortschritt, welcher von chemischen Entdeckungen ausgegangen ist." „Es sei ein großer Irrthum zu glauben daß man Landwirthe machen könne, wenn man sie zweifelhafte Chemie lehre ꝛc." (S. 392). Wenn man in Deutschland und in andern Ländern glauben wollte, die obigen Bemerkungen des frühern Präsidenten der Royal Agricultural Society of England seien Ausdrücke der öffentlichen Meinung in England, so würde man sich täuschen, und ich halte es als Mitglied dieser Gesellschaft für eine Ehrensache, Herrn Ph. Pusey geradezu zu widersprechen. Herr Pusey gehört zu der Klasse von Landwirthen, die man in Deutschland „Manschetten-Bauern" nennt, und was seine Bekanntschaft mit der Chemie als Wissenschaft betrifft, so beweisen seine Angaben in Beziehung auf die Fettbildung in der Mästung der Thiere, aus Stärkmehl und Zucker, von welcher er in demselben Artikel behauptet, daß sie von Herrn Boussingault und Dumas geläugnet werde, sowie seine Vorstellung, daß man Gyps in 500 Theilen Wasser lösen müsse, damit sich derselbe mit kohlensaurem Ammoniak in schwefelsaures Ammoniak und kohlensauren Kalk umsetzen könne, auf welchem Standpunkt er sich befindet; denn grade Herr Boussingault hat die strengsten experimentellen Beweise für die Meinung geliefert, daß das Stärkmehl wirklich die Fähigkeit besitze, im Leibe der Thiere in Fett überzugehen und Herr Dumas dafür, daß der Zucker im Leibe der Bienen in Wachs übergehe, woraus natürlich nicht folgt, wie Herr Pusey meint, daß man um Fett zu erzeugen, den Thieren vorzugsweise Stärkmehl geben müsse; es ist ferner jedem Anfänger in der Chemie bekannt, daß man durch bloßes Zusammenbringen von faulem Harn mit gepulvertem Gyps Tausende von Centnern schwefelsaures Ammoniak gemacht hat und — wie in der Fabrik in Nußdorf bei Wien — wahrscheinlich heute noch macht.

Die Chemie hat in den letzten 8 Jahren der Landwirthschaft die vollkommensten Aufschlüsse geliefert über die Nahrung der Gewächse und die Quellen aus welchen sie entspringt; sie hat dargethan, daß die Pflanzen aus dem Boden sowohl, wie aus der Atmosphäre eine gewisse Anzahl von Elementen empfangen müssen, wenn sie darauf gedeihen und sich entwickeln sollen; sie hat den Grund der Wirkung der mechanischen Bearbeitung des Feldes, des gebrannten Kalks und der Brache und der Nützlichkeit des Fruchtwechsels dargethan; die Chemie hat damit der Landwirthschaft, die sich mit der vortheilhaften Erzeugung von Gewächsen beschäftigt, in den verflossenen Jahren eine wissenschaftliche Grundlage, die sie nicht besaß, und damit die nächste und wichtigste Bedingung zum Fortschritt und zu ihrer Vervollkommnung gegeben. Der Umstand daß Herr Pusey in seinem Artikel, den man in Deutschland und Frankreich mit einigem Erstaunen lesen wird, von Phosphorus (sollte heißen Phosphorsäure) und von Ammoniak spricht, beweist wohl auf das schlagendste, wie ungerecht die Behauptungen des Herrn Pusey sind; denn vor 8 Jahren wußte man in der Landwirthschaft nichts von Phosphorus oder von phosphorsaurem Kalk, und nichts von Ammoniak; man wußte wohl, daß Knochen günstig wirken, was aber in den Knochen eigentlich wirkte, dieß wußte man nicht; die Mehrzahl der Landwirthe glaubte damals daß der organischen Substanz, dem Leim der Knochen, die nützliche Wirkung zugeschrieben werden müsse und die Aufklärung dieses Irrthums ist sicherlich ein großer Gewinn; die Quelle des Stickstoffs der Gewächse suchte man damals nicht im Ammoniak, sondern in den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Düngers und kein verständiger Mann wird läugnen, daß die Entdeckung des eigentlichen Ursprungs des Stickstoffs in dem Ammoniak zu den nützlichsten Anwendungen geführt hat; der Landwirth weiß jetzt, wie er verfahren muß, um diesen wirksamen Bestandtheil in seinem Dünger zu fixiren und es sind jetzt

die Leuchtgaswerke, die ihm gestatten seine Felder damit zu befruchten. Von allem diesem wußte man vor 8 Jahren nur sehr wenig und ich glaube mich deßhalb berechtigt, die Behauptung des Herrn Pusey „daß die Chemie in dieser langen Zeit der Landwirthschaft nur ein Recept für Rübendünger und in dem Flachswasser ein neues Düngmittel geliefert habe" gradezu eine Unwahrheit zu nennen. Der Vorschlag, die Knochen in Schwefelsäure aufzulösen oder Flachswasser als Dünger zu benutzen, hat wissenschaftlich nicht mehr Bedeutung als ein brauchbares Recept zu einer guten Stiefelwichse.

Was die Versuche des Herrn Lawes (die beste Autorität nach Herrn Pusey) betrifft, so sind sie als Grundlagen zu allgemeinen Schlüssen, ohne allen Werth; im Angesichte unserer Erfahrungen über die Brache und der Culturen im Großen ist es wahrhaft lächerlich zu behaupten, daß gewißlich das Ammoniak besonders geeignet für Korn, und Phosphorus für Rüben sei und daß die Düngung mit Stroh den Rüben wahrscheinlich nütze, denn von den besondern Fällen abgesehen, in denen diese Stoffe sich für die Erzielung eines höheren Ertrages günstig zeigten — wird man für hunderttausend andere Felder ganz auf die nämliche Weise, wie es Herr Lawes gethan hat, darthun können, daß diese Materien den Ertrag derselben nicht erhöhten oder gar keinen Einfluß auf den Ertrag hatten. Ganz ähnliche Schlüsse hat man zu einer gewissen Zeit aus der Wirkung des Gypses und des salpetersauren Natrons gezogen, und es sind eigentlich diese Schlüsse nichts anders als Merkzeichen wie unbekannt die, welche sie machen, mit den wahren Grundsätzen des Feldbaues sind. Die Felder für Halmgewächse mittelst Ammoniak zu befruchten, ist gerade so, wie wenn man einen Ochsen aufziehen wollte mit einer Nahruna, von welcher die Bestandtheile seiner Knochen und seines Blutes ausgeschlossen sind.

Die Meinung, daß Kali, in manchen Fällen Natron, Kalk,

Bittererde, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Eisen und (für Halmfrüchte) kieselsaure Alkalien, Bestandtheile des fruchtbaren Bodens, daß sie im Verein mit gewissen Bestandtheilen der Atmosphäre Nahrungsmittel für die Gewächse, und eben so nothwendig und unentbehrlich für dieselben seien wie Brod und Fleisch für Menschen, oder Heu und Hafer für Pferde, diese Meinung ist nicht der Ausdruck einer Theorie, sondern eines Naturgesetzes. Für diejenigen Personen, welche die Tragweite eines solchen Gesetzes verstehen, folgt daraus von selbst das unwiderlegliche Axiom, von dem Herr Pusey glaubt, daß es durch die Versuche von Herrn Lawes zu Grabe getragen sei, denn es ist gleichwerthig mit der trivialen Wahrheit, daß ein Beutel mit Geld leer wird, wenn man das Geld herausnimmt, ohne wieder hinein zu thun, oder daß man arm wird, wenn man sein Kapital anstatt der Zinsen verzehrt.

Die Aufgabe für die Landwirthschaft ist heutzutage nicht mehr, Beweise für diese Wahrheit zu suchen, welche keines ferneren Beweises bedarf, und die kein Naturforscher bezweifelt, sondern es handelt sich darum: den Stallmist, dieses Universal-Nahrungsmittel, durch seine Bestandtheile mit seiner ganzen Wirksamkeit zu ersetzen und dieß kann erst geschehen, wenn wir gelernt haben werden, was wir nur unvollkommen wissen, den einzelnen Bestandtheilen vereinigt, die zur Aufnahme und Ernährung erforderliche mechanische und chemische Beschaffenheit zu geben, denn dieß ist die nothwendige Vorbedingung ihrer Wirksamkeit; ohne die geeignete Form werden sie den Stallmist nicht vollständig ersetzen. Alle Arbeiten müssen diesem wichtigen Ziele zugewendet werden.

Die negativen Resultate von Versuchen, welche ohne Leitung von richtigen Prinzipien angestellt werden, nehmen an Werth durch ihre Anzahl nicht zu, und Millionen derselben wiegen einen einzelnen gelungenen Versuch nicht auf, wenn die Ursache von dessen Gelingen erkannt und ermittelt ist; es ist vollkommen

klar daß die unerklärt gelassenen negativen Resultate, wenn sie zur Begründung einer Meinung dienen sollen, um so glänzendere und schlagendere Beweise abgeben, je thörichter und gedankenloser die Versuche angestellt sind; denn in diesem Fall ist ihr Widerspruch gegen die Meinung, welche damit widerlegt werden soll, um so größer. Es ist gewiß, die genauste Bekanntschaft mit der Mathematik, mit den Gesetzen der Physik und Mechanik reichen nicht hin, um einen Mann zum Ingenieur, zu einem Maschinenbauer oder Astronom zu machen, aber hieraus schließen zu wollen, daß die Bekanntschaft mit der Mathematik, mit den Kräften, welche mechanische Bewegungen erzeugen und mit den Gesetzen der Statik und Dynamik unnütz für den Ingenieur, den Maschinenbauer oder Astronom sei, dieß ist ebenso abgeschmackt, als wenn Jemand behaupten wollte, die Chemie sei für den Landwirth nicht nützlich oder nothwendig. Wahr ist, daß die Chemie nur dann nützt, wenn man sich gründliche Kenntnisse in dieser Wissenschaft angeeignet hat und daß sie denen vollkommmen unnütz ist, die sie nicht verstehen.

Eine jede Entdeckung, eine jede Vervollkommnung, eine jede neue Wahrheit in der Wissenschaft wie im Leben hat zwei Proben nach einander zu bestehen. In der ersten Periode ihres Daseins wird bewiesen, daß sie nicht wahr oder nichts werth ist, (man erinnere sich an die Blutcirculation, das Gaslicht, die Kuhpocken, die Dampfmaschinen rc.); wenn sie diese Probe glücklich bestanden hat, so wird bewiesen, daß sie längst dagewesen ist, daß vor hundert und soviel Jahren es Leute genug gab, die sie genau kannten; erst in der dritten bringt sie ihre Früchte. Die Wahrheit, welche Herr Lawes todtgeschlagen hat, ist in ihrem ersten Stadium und ich hege gläubig die Hoffnung, daß es mir vergönnt sein wird, ihr zweites und drittes Stadium zu erleben.*) Es ist die Vorsehung, und Sir Robert Peel nur das

*) Ich verhehle mir nicht, daß der Mißkredit, in welchen die Lehre von der Anwendung der Aschenbestandtheile der Gewächse als Dung=

Werkzeug derselben gewesen, welche die Noth, die Mutter der Erfindungen und des Fortschrittes, den englischen Landwirthen in der Aufhebung der Kornzölle gesendet hat, um sie zu zwingen den Widerwillen und die Scheu zu überwinden, die sie gegen das Lernen haben; möchten sie sich ferner nicht täuschen, daß es ihnen jemals gelingen könne ohne den Erwerb gründlicher Kenntnisse zu wirklichen Verbesserungen, zu Fortschritten und zur Vervollkommnung in der Landwirthschaft zu gelangen; ohne mit dem Kapitale der Wissenschaft ausgerüstet zu sein, werden sie ihre Kräfte nur vergeuden; früher oder später müssen sie einsehen, daß in dieser sog. Mineraltheorie, in ihrer Entwickelung und Vervollkommnung die ganze Zukunft der Agricultur liegt.

---

mittel verfallen sein mag, in England zum Theil von dem Nichterfolg des sog. Patent Mineraldüngers herrührt. Zur Zusammensetzung desselben führte damals eine neu entdeckte merkwürdige Verbindung von kohlensaurem Kali mit kohlensaurem Kalk, und dieser Verbindung wegen, da sie zu andern Zwecken dienlich schien, wurde dem Gebrauche in diesem Lande gemäß, nach dem Rathe einsichtsvoller Männer dieser Dünger patentirt. Die Zusammensetzung des Düngers an sich konnte für Niemand ein Geheimniß sein, da jede Pflanze in ihrer Asche die richtigen Verhältnisse der ihr nothwendigen Boden-Bestandtheile angab. Es war ein beklagenswerthes Ereigniß, daß die Idee, zu deren Verwirklichung dieser Dünger dienen sollte, die Form einer kaufmännischen Spekulation annahm, welche die wackern Männer, die den Dünger fabrizirten, wie ich gewiß weiß, nicht beabsichtigten; denn in Beziehung auf die kaufmännische Ausbeutung derselben thaten sie das grade Gegentheil von dem was hätte geschehen müssen, um Geld damit zu gewinnen. Es war eine zu frühzeitige und darum unglückliche Geburt, die deswegen schnell zu Grunde ging. Ich habe in der Nähe von Gießen auf etwa 12 Acres (engl.) des unfruchtbarsten Feldes, mit dem nach gleichen Grundsätzen zusammengesetzten Mineral-Dünger, während dreier Jahre für alle Culturgewächse, die in dieser Gegend gebaut werden, mit Hülfe sehr einfacher Verbesserungen Erfolge erzielt, welche alle Landwirthe, welche das Stück kannten, vorher für unmöglich erklärten; es kommt für die sog. Mineraldüngung vielleicht noch die Zeit, wo die englischen Landwirthe Schiffe nach Island oder Sicilien schicken, um von dort für ihre Getreidefelder Palagonit (ein Mineral, welches mit Essigsäure schon gelatinirt) zu holen.

Ich kenne den in seiner Art mit keinem andern vergleichbaren, energischen und kraftreichen Menschenschlag der englischen Farmer, so wie die Wunder, welche er durch Fleiß, Anstrengung und Beharrlichkeit zu Wege gebracht hat; wenn er zur Einsicht gekommen ist, so wird sein eiserner Wille, gehoben durch seinen Wahlspruch „durch" alle Hindernisse besiegen, die sich zwischen ihm und dem Lichte der Wissenschaft befinden, und wenn diese Zeit da sein wird, so wird Großbritannien anstatt vom Auslande zu kaufen, Getreide ausführen. An Feld und Kapital fehlt es nicht. Der Landwirth darf auf Schutz nicht ferner rechnen, die Zeit ist um, wo ihn der Staat begünstigen durfte und konnte. Wenn der Staat durch innere oder äußere Ereignisse in seinen Grundvesten erschüttert ist, wenn der Handel, die Industrie und alle Gewerbe stocken und am Rande des Untergangs sich befinden, wenn der Besitz und das Vermögen aller schwankt und wechselt, und der Stadtbewohner mit Furcht und Bangigkeit der Zukunft entgegen sieht, da behält der Landwirth in seiner Hand den Schlüssel zum Geldkasten des Reichen und zur Sparbüchse des Armen, denn auf das Naturgesetz, welches den Menschen zwingt jeden Tag eine Anzahl Unzen Kohlenstoff und Stickstoff in seinen Leib aufzunehmen, haben politische Ereignisse nicht den mindesten Einfluß. Dieß ist Schutz genug. Was ihm sonst Noth thut, dieß muß er aus sich selbst schöpfen.

Dreißigster Brief.

In einigen der vorhergehenden Briefe habe ich es versucht, Ihnen meine Ansichten über die verschiedenen Nahrungsmittel und über die Zwecke vorzuführen, welche sie in dem thierischen Organismus zu erfüllen haben — in meinem heutigen Briefe will ich einen Gegenstand berühren von gleichem Interesse, von gleicher Wichtigkeit, die Mittel nämlich, auf einer gegebenen Fläche Landes ein Maximum dieser Nahrungsmittel für Thiere und Menschen zu erzielen.

Die Landwirthschaft ist eine Kunst und eine Wissenschaft. Die wissenschaftliche Grundlage derselben umfaßt die Kenntniß aller Bedingungen des Lebens der Vegetabilien, des Ursprungs ihrer Elemente und der Quellen ihrer Nahrung. Aus dieser Kenntniß entwickeln sich bestimmte Regeln für die Ausübung der Kunst, Grundsätze der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit aller mechanischen Operationen des Feldbaues, welche das Gedeihen der Gewächse vorbereiten und befördern und die auf sie

einwirkenden schädlichen Einflüsse beseitigen. Keine in der Ausübung der Kunst gemachte Erfahrung kann in Widerspruch stehen mit den wissenschaftlichen Principien, eben weil diese aus allen Beobachtungen zusammengenommen, abgeleitet, nur ein geistiger Ausdruck dafür sind. Die Theorie kann keiner Erfahrung widersprechen, weil sie nichts anderes ist, als die Zurückführung einer Reihe von Erscheinungen auf ihre letzten Ursachen.

Ein Feld, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hintereinander die nämliche Pflanze cultiviren, wird in drei, ein anderes in sieben, ein anderes in zwanzig, ein anderes erst in hundert Jahren unfruchtbar für die nämliche Pflanze. Das eine Feld trägt Waizen, keine Erbsen, es trägt Rüben, aber keinen Tabak, ein drittes gibt reichliche Ernten von Rüben, aber keinen Klee. Was ist der Grund, daß der Acker nach und nach für eine und dieselbe Pflanze seine Fruchtbarkeit verliert? Was ist der Grund, daß die eine Pflanzengattung darauf gedeiht, daß die andere darauf fehlschlägt? Diese Fragen stellt die Wissenschaft.

Welche Mittel sind nothwendig, um dem Acker seine Fruchtbarkeit für eine und dieselbe Pflanze zu erhalten? Um ihn für zwei, für drei, für alle Culturpflanzen fruchtbar zu machen? Diese letzteren Fragen stellt sich die Kunst; sie sind aber nicht lösbar durch die Kunst.

Wenn der Landwirth, ohne durch ein richtiges, wis-

senschaftliches Princip geleitet zu sein, sich Versuchen hingibt, um einen Acker für eine Pflanze fruchtbar zu machen, die er sonst nicht trägt, so ist die Aussicht auf Erfolg nur gering. Tausende von Landwirthen stellen ähnliche Versuche nach mannigfaltigen Richtungen an, deren Resultat zuletzt eine Anzahl von praktischen Erfahrungen umfaßt, welche zusammen eine Methode der Cultur bilden, wodurch der gesuchte Zweck für eine gewisse Gegend erreicht wird. Allein die nämliche Methode schlägt häufig für den nächsten Nachbar schon fehl; sie hört auf, für eine zweite und dritte Gegend vortheilhaft zu sein. Welche Masse von Capital und Kraft geht in diesen Experimenten verloren! Wie ganz anders, wie viel sicherer ist der Weg, den die Wissenschaft befolgt; er setzt uns nicht der Gefahr des Mißlingens aus, und gewährt uns alle Bürgschaften des Gewinns. Ist die Ursache des Fehlschlagens, die Ursache der Unfruchtbarkeit des Bodens für eine, für zwei, für die dritte Pflanze ermittelt, so ergeben sich die Mittel zur Beseitigung von selbst. Die bestimmtesten Beobachtungen beweisen, daß die Culturmethoden je nach der geognostischen Beschaffenheit des Bodens von einander abweichen. Denken wir uns in dem Basalt, in der Grauwacke, in dem Porphyr, Sandstein, Kalk eine gewisse Anzahl chemischer Verbindungen in wechselnden Verhältnissen enthalten, welche für die Pflanzen zu ihrem Gedeihen unentbehrlich, der fruchtbare Boden ihnen

darbieten muß, so erklärt sich die Verschiedenheit der Culturmethoden auf eine höchst einfache Weise, denn es ist klar, daß der Gehalt der Ackererde an diesen so wichtigen Bestandtheilen in eben dem Grade wie die Zusammensetzung der Felsarten, durch deren Verwitterung sie entstanden ist, wechseln muß.

Die Weizenpflanze, der Klee, die Rüben bedürfen gewisser Bestandtheile aus dem Boden; sie gedeihen nicht in einer Erde, in welcher sie fehlen. Die Wissenschaft lehrt uns aus der Untersuchung ihrer Asche diese Bestandtheile kennen, und wenn uns die Analyse eines Bodens zeigt, daß sie darin fehlen, so ist die Ursache seiner Unfruchtbarkeit ermittelt.

Die Beseitigung dieser Unfruchtbarkeit ist damit aber gegeben. Die Empirie schreibt allen Erfolg der Kunst, den mechanischen Operationen des Feldbaues zu; sie legt ihnen den höchsten Werth bei, ohne darnach zu fragen, auf welchen Ursachen ihr Nutzen beruht, und doch ist diese Kenntniß von der höchsten Wichtigkeit, weil sie die Verwendung der Kraft und des Capitals auf die vortheilhafteste Weise regelt und jeder Verschwendung derselben vorbeugt. Ist es denkbar, daß der Durchgang der Pflugschar, der Egge durch die Erde, daß die Berührung des Eisens dem Boden wie durch einen Zauber Fruchtbarkeit ertheilt? Niemand wird diese Meinung hegen, und dennoch ist diese Frage in der Agricultur noch nicht ge-

löst; gewiß ist es beim sorgfältigen Pflügen nur die weit getriebene mechanische Zertheilung, der Wechsel, die Vergrößerung und Erneuerung der Oberfläche, durch welche der günstige Einfluß ausgeübt wird, aber die mechanische Operation ist nur Mittel zum Zweck.

Unter den Wirkungen der Zeit (im Besonderen in der Landwirthschaft dem Brachliegen, dem Ausruhen des Feldes) begreift man in der Naturwissenschaft gewisse chemische Actionen, welche unausgesetzt ausgeübt werden durch die Bestandtheile der Atmosphäre auf die Oberfläche der festen Erdrinde. Es ist die Kohlensäure, der Sauerstoff der Luft, die Feuchtigkeit des Regenwassers, durch deren Einwirkung gewisse Bestandtheile der Fels- und Gebirgsarten oder ihrer Trümmer, welche die Ackererde bilden, die Fähigkeit empfangen, sich im Wasser zu lösen, und dann in Folge ihrer Auflösung sich von dem nicht Löslichen trennen.

Man weiß, daß diese chemischen Actionen den Begriff von dem Zahn der Zeit in sich fassen, welcher die Werke der Menschen vernichtet und den härtesten Felsen nach und nach in Staub verwandelt. Durch ihren Einfluß werden in der Ackererde gewisse Bestandtheile des Bodens durch die Pflanzen assimilirbar, und es ist nun gerade dieser Zweck, welcher durch die mechanischen Operationen des Feldbaues erreicht werden soll. Sie sollen die Verwitterung beschleunigen und damit einer neuen

Generation von Pflanzen die ihr nöthigen Bodenbestandtheile in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande darbieten. Es ist einleuchtend, daß die Schnelligkeit der Aufschließung eines festen Körpers zunehmen muß mit seiner Oberfläche; je mehr Punkte wir in der gegebenen Zeit dem einwirkenden Körper darbieten, desto rascher wird die Verbindung vor sich gehen.

Um in der Analyse ein Mineral aufzuschließen, um seinen Bestandtheilen Löslichkeit zu geben, verfährt der Chemiker wie der Landwirth mit seinem Acker; er muß sich der ermüdendsten, langweiligsten und sehr schwierigen Operation der Verwandlung desselben in das feinste Pulver hingeben; durch Schlämmen scheidet er den feinsten Staub von den gröbern Theilen ab, er setzt seine Geduld auf alle möglichen Proben, weil er weiß, die Aufschließung ist nicht vollkommen, seine ganze Operation mißlingt, wenn er in der Vorbereitung minder aufmerksam verfährt.

Welchen Einfluß die Vergrößerung der Oberfläche eines Steins auf seine Verwitterbarkeit ausübt, auf die Veränderungen nämlich, die er durch die chemische Thätigkeit der Bestandtheile der Atmosphäre und des Wassers erfährt, läßt sich in den Goldbergwerken zu Yaquil in Chili, welche Darwin auf eine so interessante Weise beschreibt, in einem großen Maßstab beobachten. Das goldführende Gestein wird auf Mühlen in das feinste

Pulver verwandelt und die leichtern Steintheile von den Metalltheilchen durch einen Schlämmproceß geschieden. Durch den Wasserstrom werden die Steintheilchen hinweggeführt, die Goldtheilchen fallen zu Boden. Der abfließende Schlamm wird in Teiche geleitet, wo er in der Ruhe sich wieder absetzt. Wenn der Teich sich nach und nach damit anfüllt, wird der Schlamm herausgezogen und auf Haufen sich selbst, d. h. der Wirkung der Luft und Feuchtigkeit überlassen. Nach der Natur des Waschprocesses, dem es unterworfen worden war, kann dieses feinzertheilte Gestein keinen löslichen Bestandtheil mehr enthalten; die löslichen sind ja beim Schlämmen durch den Wasserstrom hinweggeführt worden. Mit dem Wasser bedeckt, also beim Abschluß der Luft, auf dem Boden des Teiches erlitt der Schlamm keine Veränderung, allein der Luft und Feuchtigkeit gleichzeitig ausgesetzt, stellt sich eine mächtige chemische Action in seiner ganzen Masse ein, die sich durch Auswitterung reichlicher Salzefflorescenzen, welche die Oberfläche bedecken, zu erkennen gibt. Nach einer zwei- bis dreijährigen Aussetzung wird der Schlämmproceß mit diesem hartgewordenen Schlamm wiederholt, und so sechs- bis siebenmal, wo man stets, wiewohl in abnehmendem Verhältniß, neue Quantitäten Gold daraus gewinnt, welche durch den chemischen Proceß der Verwitterung bloßgelegt, d. h. ausscheidbar wurden. Es ist dies die nämliche chemische Action, die in

der Ackererde vor sich geht, die wir durch die mechanischen Operationen des Feldbaues steigern und beschleunigen. Wir erneuern die Oberfläche und suchen jeden Theil der Ackerkrume der Wirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffs zugänglich zu machen. Wir schaffen einen Vorrath von löslichen Mineralsubstanzen, welche der neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung, zum Gedeihen unentbehrlich sind.

Einunddreißigster Brief.

Der Inhalt meines letzten Briefes dürfte Ihnen einige Aufklärung verschafft haben über die allgemeinen Principien, auf welchen die Kunst des Ackerbaues beruht; es bleibt mir jetzt noch übrig, Ihre Aufmerksamkeit auf einige besondere Verhältnisse zu lenken, welche mir vorzugsweise geeignet erscheinen, auf eine überzeugende Weise darzuthun, wie innig der Zusammenhang zwischen Agricultur uud Chemie, und wie unmöglich es ist, in dieser wichtigsten aller Künste Fortschritte zu machen, ohne mit den Principien der Chemie vertraut zu sein.

Alle Culturpflanzen bedürfen der Alkalien, der alkalischen Erden, eine jede in einem gewissen Verhältniß; die Getreidearten gedeihen nicht, wenn in dem Boden Kieselsäure in löslichem Zustande mangelt. Die in der Natur vorkommenden Silicate unterscheiden sich durch die größere oder geringere Verwitterbarkeit, durch den ungleichen Widerstand, den ihre Bestandtheile der auflösenden Kraft der atmosphärischen Agentien entgegen-

setzen, sehr wesentlich von einander. Der Granit von Corsica zerfällt zu Pulver in einer Zeit, wo der polirte Granit der Bergstraße seinen Glanz noch nicht verliert.

Es gibt Bodenarten, die an leicht verwitterbaren Silicaten so reich sind, daß nach einem oder zwei Jahren so viel kieselsaures Kali löslich und assimilirbar geworden ist, als die Halme und Blätter einer ganzen Ernte Waizen bedürfen. In Ungarn sind große Strecken Landes nicht selten, wo seit Menschengedenken auf einem und demselben Felde Waizen und Tabak abwechselnd gebaut werden, ohne daß dieses Land jemals etwas von den Mineralbestandtheilen zurückempfing, die mit den Blättern und Korn hinweggenommen wurden. Es gibt Felder, in denen erst nach Verlauf von zwei, von drei oder mehr Jahren die für eine Ernte Waizen nöthige Quantität kieselsaures Kali zur Aufschließung gelangt.

Brache heißt nun im weitesten Sinne diejenige Periode der Cultur, wo man den Boden, dem Einfluß der Witterung überlassen, an gewissen löslichen Bestandtheilen sich bereichern läßt. Im engern Sinne bezieht sich das Brachliegen stets nur auf die Intervalle in der Cultur der Getreidepflanzen; für diese ist ein Magazin von löslicher Kieselerde neben den Alkalien eine Hauptbedingung ihres Gedeihens, und wenn wir auf dem nämlichen Felde Kartoffeln oder Rüben bauen, durch welche die aufgeschlossene Kieselerde nicht entführt wird, so muß es

für die darauf folgende Waizenpflanze seine Fruchtbarkeit behalten.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die mechanische Bearbeitung des Feldes das einfachste und wohlfeilste Mittel ist, um die im Boden enthaltenen Nahrungsstoffe den Pflanzen zugänglich zu machen. Gibt es nun, kann man fragen, außer den mechanischen nicht noch andere Mittel, welche dazu dienen können, den Boden aufzuschließen und die Aufnahme seiner Bestandtheile in den Organismus der Pflanzen vorzubereiten? Diese Mittel gibt es allerdings, und unter ihnen ist vorzüglich der gebrannte Kalk in England seit einem Jahrhundert in einem großen Maßstab im Gebrauch; es würde sehr schwer sein, ein einfacheres und dem Zweck entsprechenderes aufzufinden. Um aber eine richtige Ansicht über die Wirkung des Kalks auf die Ackerkrume zu gewinnen, ist es nöthig, sich an die Processe zu erinnern, welche der Chemiker zu Hülfe nimmt, um in einer gegebenen kurzen Zeit ein Mineral aufzuschließen, seine Bestandtheile in den auflöslichen Zustand zu versetzen.

Der auf's feinste gepulverte Feldspath, z. B. bedarf für sich einer wochen- oder monatelangen Behandlung mit einer Säure, um ihn aufzulösen; mischen wir ihn aber mit Kalk und setzen ihn einer mäßig starken Glühhitze aus, so geht der Kalk eine chemische Verbindung mit den Bestandtheilen des Feldspathes ein. Ein Theil

des im Feldspath gebundenen Alkali's (Kali) wird in Freiheit gesetzt, und das bloße Uebergießen mit einer Säure reicht jetzt schon in der Kälte hin, nicht nur um den Kalk, sondern auch die andern Bestandtheile des Feldspathes in der Säure zu lösen. Von der Kieselerde wird so viel von der Säure aufgenommen, daß die letztere zu einer durchscheinenden Gallerte gesteht.

Aehnlich nun wie der Kalk zum Feldspath beim Brennen, verhält sich der gelöschte Kalk zu den meisten alkalischen Thonerde-Silicaten, wenn sie im feuchten Zustande längere Zeit mit einander in Berührung bleiben. Zwei Mischungen, die eine von gewöhnlichem Töpferthon oder Pfeifenerde mit Wasser, die andere von Kalkmilch, werden beim Zusammenschütten augenblicklich dicker. Ueberläßt man sie monatelang in diesem Zustande sich selbst, so gelatinirt jetzt der mit Kalkbrei gemischte Thon, wenn man ihn mit einer Säure zusammenbringt; diese Eigenschaft ging ihm vor der Berührung mit Kalk beinahe völlig ab. Der Thon wird, indem der Kalk eine Verbindung mit seinen Bestandtheilen eingeht, aufgeschlossen, und was noch merkwürdiger ist, der größte Theil der darin enthaltenen Alkalien wird in Freiheit gesetzt. Diese schönen Beobachtungen sind zuerst von Fuchs in München gemacht worden; sie haben nicht allein zu Aufschlüssen über die Natur und Eigenschaften der hydraulischen Kalke geführt, sondern, was für weit

wichtiger gehalten werden muß, sie haben die Wirkungen des ätzenden gelöschten Kalks auf die Ackerkrume erklärt und der Agricultur ein unschätzbares Mittel geliefert, um den Boden aufzuschließen und die den Pflanzen unentbehrlichen Alkalien in Freiheit zu setzen.

Im October haben die Felder in Yorkshire und Herefordshire das Ansehen, wie wenn sie mit Schnee bedeckt wären. Ganze Quadratmeilen sieht man mit gelöschtem oder an der Luft zerfallenem Kalk bedeckt, der in den feuchten Wintermonaten seinen wohlthätigen Einfluß auf den dortigen steifen Thonboden ausübt.

Im Sinne der jetzt verlassenen Humustheorie sollte man denken, daß der gebrannte Kalk eine nachtheilige Wirkung auf den Boden ausüben müßte, weil die darin enthaltenen organischen Materien durch den Kalk zerstört, weil sie unfähig dadurch gemacht werden, einer neuen Vegetation Humus abzugeben; allein es tritt ganz das Gegentheil ein, die Fruchtbarkeit des Bodens für Cerealien, findet sich durch den Kalk gesteigert. Die Cerealien bedürfen der Alkalien, der löslichen kieselsauren Salze, welche durch die Wirkung des Kalkes für die Pflanze assimilirbar gemacht werden. Ist nebenbei noch eine verwesende Materie vorhanden, welche Kohlensäure liefert, so wird ihre Entwicklung befördert, allein nothwendig ist sie nicht. Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Getreidepflanzen unentbehrlichen phosphorsauren Salze,

im Fall sie ihm fehlen, so haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt, denn die Atmosphäre ist ein ganz unerschöpfliches Magazin an Kohlensäure. Einen nicht minder günstigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Thonbodens übt in torfreichen Gegenden das bloße Brennen desselben aus.

Die Beobachtung des merkwürdigen Wechsels in seinen Eigenschaften, welche der Thon durch Brennen erfährt, ist noch nicht alt, man hat sie zuerst in der Mineralanalyse an manchen Thonsilicaten gemacht. Viele derselben, welche im natürlichen Zustande von Säuren nicht angegriffen werden, erlangen eine vollkommene Löslichkeit, wenn man sie vorher zum Glühen und Schmelzen erhitzt. Zu diesen gehört der Töpfer- und Pfeifenthon, der Lehm und die verschiedenen in der Ackerkrume vorhandenen Modificationen des Thons. Im natürlichen Zustande kann man sie z. B. mit concentrirter Schwefelsäure stundenlang kochen, ohne daß sich etwas bemerklich davon auflöst; wird der Thon (wie der Pfeifenthon in manchen Alaunfabriken) aber schwach gebrannt, so löst er sich mit der größten Leichtigkeit in der Säure, die darin enthaltene Kieselerde wird als Kieselgallerte im löslichen Zustand abgeschieden.

Der gewöhnliche Töpferthon gehört zu den sterilsten Bodenarten, obwohl er in seiner Zusammensetzung alle Bedingungen des üppigsten Gedeihens der meisten Pflan-

zen enthält, aber ihr bloßes Vorhandensein reicht nicht hin, um einer Pflanze zu nützen. Der Boden muß der Luft, dem Sauerstoff, der Kohlensäure zugänglich, er muß für diese Hauptbedingungen der freudigen Entwicklung der Wurzel durchdringlich, seine Bestandtheile müssen in einem Zustand der Verbindung darin enthalten sein, der sie fähig macht, in die Pflanze überzugehen. Alle diese Eigenschaften fehlen dem plastischen Thon, sie werden ihm aber gegeben durch eine schwache Calcination *).

Die große Verschiedenheit in dem Verhalten des gebrannten und ungebrannten Thons zeigt sich in feuchten Gegenden an den mit Ziegeln aufgeführten Gebäuden. In den flandrischen Städten, wo fast alle Gebäude aus Backsteinen bestehen, bemerkt man an der Oberfläche der Mauern schon nach wenigen Tagen Auswitterungen von Salzen, welche sie wie mit einem weißen Filze überziehen. Werden diese Salze durch Regen abgewaschen, so kommen sie sehr bald wieder zum Vorschein, und dies be-

*) Ich sah in Hardwik Court bei Glocester den Garten des Herrn Baker, der, aus einem steifen Thon bestehend, aus dem Zustand der höchsten Sterilität in den der größten Fruchtbarkeit durch bloßes Brennen überging. Die Operation war bis zu einer Tiefe von drei Fuß vorgenommen worden — ein nicht sehr wohlfeiles Verfahren, allein der Zweck wurde erreicht.

obachtet man selbst an Mauern, welche wie die Thore der Festung Lille, schon Jahrhunderte lang stehen. Es sind dies kohlensaure und schwefelsaure Salze mit alkalischen Basen, welche bekanntlich in der Vegetation eine sehr wichtige Rolle spielen. Auffallend ist der Einfluß des Kalks auf diese Salzauswitterungen; sie kommen nämlich zuerst an den Stellen zum Vorschein, wo sich Mörtel und Stein berühren.

Es ist klar, daß in Mischungen von Thon mit Kalk sich alle Bedingungen der Aufschließung des Thonsilicates, des Löslichwerdens der kieselsaurem Alkalien vereinigt finden. Der in kohlensaurem Wasser sich lösende Kalk wirkt wie Kalkmilch auf den Thon ein, und hieraus erklärt sich der günstige Einfluß, den das Ueberfahren mit Mergel (womit man alle an Kalk reichen Thone bezeichnet) auf die meisten Bodenarten ausübt. Es gibt Mergelboden, welcher an Fruchtbarkeit für alle Pflanzengattungen alle andere Bodenarten übertrifft. Noch weit wirksamer muß sich der Mergel in gebranntem Zustande zeigen, so wie die Mineralien, die ihm ähnlich zusammengesetzt sind: hierher gehören bekanntlich die Kalksteine, welche zur Bereitung des hydraulischen Kalkes sich eignen; durch sie werden dem Boden nicht allein die den Pflanzen nützlichen alkalischen Basen, sondern auch Kieselerde in dem zur Aufnahme fähigen Zustande zugeführt.

Die Braun- und Steinkohlenaschen sind als vor-

treffliche Mittel zur Verbesserung des Bodens an vielen Orten im Gebrauch; man erkennt diejenigen, welche ganz besonders diesen Zweck erfüllen, an ihrer Eigenschaft, mit Säuren zu gelatiniren, oder, mit Kalkbrei gemischt, nach einiger Zeit, wie der hydraulische Kalk, fest und steinhart zu werden.

Die mechanischen Operationen des Feldbaues, die Anwendung des Kalks und das Brennen des Thons vereinigen sich, wie man sieht, zur Erläuterung eines und desselben wissenschaftlichen Princips, es sind Mittel, um die Verwitterung der alkalischen Thonsilicate zu beschleunigen, um die Pflanzen beim Beginn einer neuen Vegetation mit gewissen ihnen unentbehrlichen Nahrungsstoffen zu versehen.

Zweiunddreißigster Brief.

Nachdem ich im Vorhergehenden meine Ansichten ausgesprochen habe über die Bodenverbesserung durch mechanische Bearbeitung und durch Zufuhr von Mineralsubstanzen, bleiben mir jetzt noch einige Worte zu sagen über die Wirkungsweise der thierischen Excremente, des Düngers im engeren Sinne des Wortes.

Um eine klare Vorstellung über den Werth und die Wirkungsweise der thierischen Excremente zu haben, ist es vor allem wichtig, sich an den Ursprung derselben zu erinnern. Es ist Jedermann bekannt, daß bei Enthaltung von aller Speise das Gewicht des lebenden thierischen Körpers in jedem Zeitmoment abnimmt. Wenn dieser Zustand längere Zeit dauert, so wird die Gewichtsabnahme auch dem Auge in der Abmagerung sichtbar, das Fett, die Muskeln nehmen ab und verschwinden zuletzt, so daß bei Personen, welche den Hungertod sterben, nur Häute, Sehnen und Knochen übrig bleiben. Aus dieser Abmagerung im sonst gesunden Zustande geht her=

vor, daß in jedem Lebensmoment eines Thieres ein Theil der lebendigen Körpersubstanz eine Veränderung erfährt, daß sie die Form von leblosen Verbindungen annimmt, welche mehr oder weniger verändert durch die Organe der Secretion, durch Haut, Lunge und Harnblase austreten. Dieses Austreten der lebendigen Körpertheile steht in der innigsten Beziehung mit dem Respirationsproceß; man kann sagen, daß es bedingt wird durch die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft, der sich mit gewissen Körpertheilen vereinigt. Mit jedem Athemzug wird dem Blut in der Lunge eine gewisse Menge Sauerstoff zugeführt, der sich mit den Bestandtheilen des Blutes verbindet, allein trotz dem, daß das Gewicht des zugeführten Sauerstoffes täglich auf dreizehn bis vierzehn Unzen steigen kann, wird das Gewicht des Körpers dadurch nicht vermehrt. Aller Sauerstoff, der beim Einathmen dem Körper zugeführt wird, tritt bei dem Ausathmen vollständig wieder aus, und zwar in der Form von Kohlensäure und Wasser; durch jeden Athemzug wird der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt des Körpers vermindert. Bei der Abmagerung durch Hunger rührt die Gewichtsabnahme des Körpers aber nicht allein von dem Austreten des Kohlenstoffs und Wasserstoffs her, sondern alle andern Substanzen, welche mit diesen Elementen vereinigt waren, werden ebenfalls abgeschieden. Der Stickstoff der lebendigen Gebilde, welche diese Veränderung

erleiden, sammelt sich in der Harnblase an. Der Harn enthält eine an Stickstoff sehr reiche Verbindung, den Harnstoff, und neben diesem den Schwefel der Gebilde in der Form eines schwefelsauren Salzes; durch den Harn treten allmählig alle löslichen Salze des Blutes und aller thierischen Flüssigkeiten, das Kochsalz, die phosphorsauren Salze, Natron und Kali aus. Der Kohlenstoff und Wasserstoff des Blutes, der Muskelfasern und aller einer Veränderung fähigen Gebilde des Thierkörpers kehren in die Atmosphäre zurück, der Stickstoff sowie die löslichen anorganischen Bestandtheile werden in der Form von Harn der Erde zugeführt.

Wir haben in dem Obigen die Veränderungen betrachtet, welche in dem gesunden Thierkörper in jedem Lebensmoment vor sich gehen, wir wissen, daß ein Theil des Körpers im gesunden Zustande unaufhörlich austritt, und es ist klar, wenn das ursprüngliche Gewicht wieder hergestellt werden soll, so müssen ihm Stoffe zugeführt werden, aus denen sich das Blut und die ausgetretene Körpersubstanz wieder erzeugen. Diese Zufuhr geschieht durch die Speisen. In einem normalen Gesundheitszustand beobachtet man an dem Körper des erwachsenen Menschen, von vierundzwanzig zu vierundzwanzig Stunden, keine merkliche Gewichtszunahme oder Abnahme. Im jugendlichen Alter nimmt das Gewicht allmählig zu, im Greisenalter nimmt es ab. Es ist klar, daß die Spei-

sen den Abgang der ausgetretenen Körpertheile wieder ersetzt haben, daß durch sie dem erwachsenen Thiere genau so viel Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und von den übrigen Elementen wieder zugeführt wird, als an diesen Stoffen durch Haut, Lunge und Harnblase ausgetreten ist. Im jugendlichen Alter ist die Zufuhr größer, ein Theil der Bestandtheile der Speisen bleibt im Körper, im Greisenalter ist sie kleiner, oder es tritt mehr aus wie ein. Es kann hiernach nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, daß wir in den festen und flüssigen Excrementen der Menschen und Thiere, bis auf eine gewisse Menge Kohlenstoff und Wasserstoff, welche durch Haut und Lunge ausgetreten sind, alle andern Elemente ihrer Nahrung wieder bekommen.

Wir haben dem erwachsenen, dem jungen und alten Thierkörper in der Nahrung Stickstoff zugeführt, und wir bekommen täglich diesen Stickstoff wieder in der Form von Harnstoff, wir bekommen im Harn die ganze, in der Speise enthaltene Quantität der zugeführten Alkalien, alle löslichen phosphorsauren und schwefelsauren Salze wieder. In den festen Excrementen befinden sich eine Menge von Stoffen, welche in den Speisen enthalten, durch die Organe der Ernährung keine Veränderung erlitten, unverdaubare Materien, wie Holzfaser, Blattgrün, Wachs, die verändert oder unverändert wieder ausgestoßen werden. Der ganze Ernährungsproceß im Thiere,

die Wiederherstellung der ausgetretenen Körpertheile oder ihre Zunahme an Masse geht, wie die Physiologie lehrt, von dem Blut aus. Der Verdauungsproceß hat die Verwandlung der Nahrung in Blut, die Aufnahme aller in der Speise enthaltenen, zur Blutbildung dienenden Substanzen zum Zweck, was sich ausdrücken läßt (da nur stickstoffhaltige Materien hiezu geeignet sind) als eine fortschreitende Entziehung von Stickstoff, welche die Nahrung bei ihrem Durchgang durch die Eingeweide erfährt. Es ist klar, daß die festen Excremente ihres Stickstoffes beraubt sein müssen, wenn sie der Körper ausstößt, sie können nicht mehr Stickstoff enthalten, als den Secretionen der Eingeweide zukommt, welche den Durchgang der Fäces vermitteln. Durch die Fäces wird ferner der in der Nahrung enthaltene und von dem Körper nicht verwendete phosphorsaure Kalk und Bittererde ausgeleert; es sind dies Salze, welche sich im Wasser, d. h. im Harne nicht lösen.

Ohne weitere Untersuchung wird man sich eine klare Vorstellung über die chemische Beschaffenheit der festen Excremente machen können, wenn wir die Fäces eines Hundes mit seiner Nahrung vergleichen. Wir geben dem Hunde Fleisch und Knochen, beide sind reich an stickstoffhaltigen Stoffen, und wir erhalten als letztes Resultat der Verdauung ein völlig weißes mit Feuchtigkeit durchdrungenes Excrement, das in der Luft zu einem trocke-

nen Pulver zerfällt und das neben dem phosphorsauren Kalk der Knochen kaum ein Procent einer fremden organischen Substanz enthält. In den flüssigen und festen Excrementen der Menschen und Thiere erhalten wir also allen Stickstoff, alle löslichen und unlöslichen anorganischen Bestandtheile der genossenen Nahrung, und da diese letztern von unsern Aeckern stammen, so haben wir folglich darin die Bestandtheile der Ackererde, die wir in der Form von Samen, Wurzeln und Kraut hinweggenommen haben.

Ein Theil der Ernte wurde zur Ernährung, zur Mästung von Thieren verwendet, welche von den Menschen verzehrt werden, ein anderer Theil wurde von den Menschen direct in der Form von Mehl, Kartoffeln, Gemüse verbraucht, ein dritter Theil besteht aus den nicht verzehrten Pflanzenüberresten, welche in der Form von Stroh zu Streu verwendet werden. Es ist klar, wir sind im Stande, alle Bestandtheile unserer Aecker, die wir in der Form von Thieren, Korn und Früchten ausgeführt haben, in den flüssigen und festen Excrementen der Menschen, in den Knochen und dem Blut der geschlachteten Thiere wieder zu gewinnen; es hängt nur von uns ab, durch die sorgfältige Sammlung derselben das Gleichgewicht in der Zusammensetzung unserer Aecker wieder herzustellen. Wir können berechnen, wie viel an Bodenbestandtheilen wir in einem Schaf, einem Ochsen, wie

viel wir in einem Malter Gerste, Waizen oder Kartoffeln ausführen, und aus der bekannten Zusammensetzung der Fäces des Menschen läßt sich ermitteln, wie viel davon wir hinzuzuführen haben, um den Verlust, den unsere Aecker erlitten haben, wieder auszugleichen.

Es ist gewiß, daß wir die Excremente der Thiere und Menschen entbehren können, wenn wir im Stande sind, aus andern Quellen uns die Stoffe zu verschaffen, durch die sie allein Werth für die Agricultur besitzen. Ob wir das Ammoniak in der Form von Urin oder in der Form eines aus Steinkohlentheer erhaltenen Salzes, ob wir den phosphorsauren Kalk in der Form von Knochen oder als Apatit zuführen, ist für den Zweck ganz gleichgültg *).

---

*) Als Dr. Charles Daubeny (Professor in Oxford, bekannt durch sein ausgezeichnetes Werk über Vulkane) sich von der Bedeutung und Wichtigkeit des phosphorsauren Kalks für das Pflanzenleben durch eine Reihe von eignen Versuchen überzeugt hatte, da richtete sich seine Aufmerksamkeit auf die ausgedehnte Formation phosphorsauern Kalks, welche nach den Zeugnissen angesehener mineralogischer Schriftsteller an einigen Stellen der spanischen Provinz Estremadura vorkommen sollte und er nahm seinen Wanderstab und pilgerte in Gesellschaft des Capitän Widdrington nach diesem Lande, um sich zu überzeugen „ob die Lage des fraglichen Minerals geeignet sei, die englischen Felder mit phosphorsaurem Kalk zu versorgen, wenn andere Bezugsquellen versiegen sollten." Ich erwähne dieß als eines der zahlreichen Beispiele des Gefühls der Engländer für die Wohlfahrt ihres Landes und weil eine solche Hingebung ohne Auffor-

Die Hauptaufgabe der Agricultur ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile, welche die Atmosphäre nicht liefern kann, ersetzen. Ist dieser Ersatz unvollkommen, so nimmt die Fruchtbarkeit unserer Felder oder die des ganzen Landes ab, führen wir mehr zu, so wird die Fruchtbarkeit gesteigert.

Die Einfuhr von Harn, von festen Excrementen aus einem fremden Lande ist ganz gleich zu setzen einer Ein-

---

derung und ohne Aussicht auf eine Belohnung von Seiten der Regierung und Nation in andern Ländern so selten ist.

Wir verdanken dieser Reise einen authentischen Bericht über das Vorkommen dieses werthvollen Minerals, welches in Estremadura in der Nähe von Logrosan sieben Meilen von Truxillo eine Ader von 7 bis 16 Fuß Breite und mehreren Meilen Länge bildet. Es ist dieß einer von den Schätzen, an denen Spanien so reich ist, hinreichend vielleicht um in einer nicht fernen Zukunft einen Theil der Staatsschuld dieses Landes zu bezahlen. Es ist wahrhaft zu beklagen, daß die vor 7 Jahren projectirten Eisenbahnen, welche in einem Kreuz, mit Madrid im Mittelpuukte, Portugal mit Frankreich und Madrid mit den beiden Meeren verbinden sollten, nicht in Ausführung gekommen sind. Diese Eisenbahnen würden Spanien zum reichsten Land Europa's machen.

Bei Ostheim in der Wetterau ist kürzlich von Dr. Bromeis ein sechs Zoll mächtiges Lager von phosphorsaurem Kalk (Osteolith) im zersetzten Dolerit entdeckt worden; der Osteolith ist schneeweiß, abfärbend wie Kreide und enthält 86 p. c. reinen phosphorsauren Kalk.

fuhr an Korn und Vieh. Alle diese Stoffe nehmen in einer zu bestimmenden Zeit die Form von Getreide, Fleisch und Knochen an, sie gehen in die Leiber der Menschen über und kehren täglich in die Form, die sie ursprünglich besaßen, wieder zurück. Der einzig wirkliche Verlust, dem wir nach unsern Sitten nicht vorbeugen können, ist der an phosphorsauren Salzen, welchen die Menschen in ihren Knochen mit in ihre Gräber nehmen. Die ganze ungeheure Quantität von Nahrung, welche der Mensch in sechzig Jahren zu sich nimmt, ein jeder Bestandtheil derselben, der von unseren Aeckern stammt, kann wieder gewonnen und denselben wieder zugeführt werden. Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß wir alle Salze mit alkalischen Basen, allen phosphorsauren Kalk und Bittererde, welche das Thier täglich in der Nahrung genießt, daß wir also alle unorganischen Bestandtheile ihrer Nahrung in den festen und flüssigen Excrementen wieder gewinnen.

Ohne nur eine Analyse dieser Excremente anzustellen, können wir mit Leichtigkeit ihre Quantität, wir können bestimmen, von welcher Beschaffenheit sie sind, welche Zusammensetzung sie besitzen. Wir geben einem Pferde täglich 4½ Pfund Hafer und 15 Pfund Heu, der Hafer gibt 4 Procent, das Heu 9 Procent Asche, und wir berechnen daraus, daß die täglichen Excremente des Pferdes 21 Unzen unorganische Materien enthalten müssen,

die von unserm Felde stammen. Die Analyse der Haferasche und der Asche des Heues gibt uns genau in Procenten an, wie viel Kieselerde, wie viel an Alkalien und phosphorsauren Salzen wir darin haben.

Man bemerkt leicht, daß die Beschaffenheit der fixen Bestandtheile in den Excrementen sich mit der Nahrung ändert. Geben wir einer Kuh Runkelrüben oder Kartoffeln, ohne Heu oder Gerstenstroh, so haben wir in ihren festen Excrementen keine Kieselerde, wir haben darin phosphorsauren Kalk und Bittererde, in den flüssigen Excrementen haben wir kohlensaures Kali und Natron, so wie Verbindungen dieser Basen mit anorganischen Säuren. Wir haben mit einem Wort in den flüssigen Excrementen alle löslichen Bestandtheile der Asche der genossenen Speise, in den festen Excrementen haben wir die im Wasser nicht löslichen Theile dieser Asche. Hinterläßt das Futter oder die Speise nach dem Verbrennen eine Asche, welche lösliche phosphorsaure Alkalien enthält (Brod, Mehl, Samen aller Art, Fleisch), so bekommen wir von dem Thiere, von dem sie verzehrt werden, einen Harn, in dem wir dieses phosphorsaure Alkali wiederfinden. Giebt die Asche des Futters an Wasser kein lösliches phosphorsaures Kali ab (Heu, Klee, Stroh), sind darin nur unauflösliche phosphorsaure Erden enthalten, so ist der Harn frei von phosphorsaurem Alkali; wir finden alsdann in den Fäces die phosphorsau-

ren Erden. Der Harn der Menschen, der fleisch- und körnerfressenden Thiere enthält phosphorsaures Alkali, der Harn grasfressender Thiere ist frei von diesem Salz.

Die Analyse der Excremente der Menschen, der fischfressenden Vögel, des Guano, so wie der Excremente des Pferdes und der Kuh geben über die darin enthaltenen Salze den genügendsten Aufschluß. Wir bringen, wie diese Analysen ergeben, in den festen und flüssigen Excrementen der Menschen und Thiere auf unsere Aecker die Asche der Pflanzen zurück, welche zur Nahrung dieser Menschen und Thiere gedient haben. Diese Asche besteht aus löslichen und unlöslichen Salzen und Erden, welche, zur Entwicklung der Culturpflanzen unentbehrlich, der fruchtbare Boden liefern muß.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir mit der Zufuhr dieser Excremente die in der Ernte entzogenen Bodenbestandtheile wieder zurückbringen, daß wir damit dem Boden wieder das Vermögen geben, einer neuen Ernte Nahrung darzubieten — wir stellen das gestörte Gleichgewicht wieder her. Jetzt, wo wir wissen, daß die Bodenbestandtheile des Futters in den Harn und die Excremente des Thieres übergehen, das sich davon ernährt, läßt sich mit der größten Leichtigkeit der verschiedene Werth der Düngerarten feststellen. Die festen und flüssigen Excremente eines Thieres haben als Dün-
für diejenigen Gewächse den höchsten Werth, welche

dem Thiere zur Nahrung gedient haben. Der Koth der Schweine, die wir mit Erbsen und Kartoffeln ernährt haben, ist vor allem andern zur Düngung von Erbsen- und Kartoffelfeldern geeignet. Wir geben einer Kuh Heu und Rüben, und erhalten einen Dünger, der alle Bodenbestandtheile der Graspflanzen und Rüben enthält, dem wir zur Düngung der Rüben vor jedem andern den Vorzug geben müssen. So enthält der Taubenmist die mineralischen Bestandtheile der Körnerfrüchte, der Kaninchenmist die der krautartigen und Gemüsepflanzen; der flüssige und feste Koth der Menschen enthält die Mineralbestandtheile aller Samen in größter Menge.*)

---

*) Auf einem Stück Feld in der Nähe von Gießen, von der schlechtesten Beschaffenheit, auf welchem seit Jahrhunderten nur Kiefern gediehen und das als Ackerland kaum einen Werth hatte, habe ich drei Jahre lang eine Reihe von Versuchen über die Wirkung der Mineralbestandtheile des Düngers angestellt und mich überzeugt, daß für perennirende Gewächse, für Holzpflanzen und Weinreben, ihre Aschenbestandtheile ausreichen um den Boden fruchtbar für diese Gewächse zu machen, daß aber für Getreide und Sommergewächse, um ein Maximum von Ertrag zu erzielen, der Gehalt des Bodens an organischen Substanzen von der größten Bedeutung ist. Durch Hinzufügung von Sägespänen wurde die Wirkung des Mineraldüngers in auffallendem Grade schon erhöht und es scheint mir nicht im geringsten zweifelhaft zu sein, daß der Hauptgrund der erhöhten Wirksamkeit in der durch die Verwesung gebildeten Kohlensäure gesucht werden muß, die in diesem Falle weit weniger als Nahrungs-

mittel, sondern vorzüglich als Lösungsmittel für die phosphorsauren Erdsalze (phosphorsauren Kalk und Bittererde) und für die Ueberführung der neutralen kohlensauren Alkalien und Erden in Bicarbonate und zur Aufschließung der Silicate wirksam ist. Diese Kohlensäure ist die von der Natur gegebene Bedingung des Uebergangs der genannten Nahrungsmittel in den Organismus der Pflanze, denn die phosphorsauren und kohlensauren Erden sind für sich im Wasser nur dann löslich, wenn das Wasser Kohlensäure enthält, und es ist offenbar die in Regenwasser vorhandene Kohlensäure-Menge nicht ausreichend, um in der kurzen Zeit des Wachsthums der Sommerpflanzen die für ein Maximum ihrer Entwickelung unumgänglich nöthige, verhältnißmäßig große Menge von Mineralbestandtheilen in den löslichen d. h. in den für die Pflanzen geeigneten Zustand zu versetzen. Es ist bekannt welchen Erfolg für diesen Zweck ein mäßiger Regen schon bewirkt und es läßt sich ermessen, in welchem hohen Grade dessen Wirkung gesteigert werden muß in Folge des Hinzutretens der Kohlensäure, durch welche das Lösungsvermögen des Regenwassers für diese Substanzen um das Hundertfache ja Tausendfache erhöht wird. Der Kohlensäuregehalt des gewöhnlichen Brunnenwassers, welches oft so beträchtliche Mengen von anorganischen Bestandtheilen gelößt enthält, rührt von dieser Quelle, nämlich von der Verwesung organischer Stoffe her.

Am wirksamsten zeigte sich eine Mischung von Stalldünger mit Mineraldünger; der Stalldünger enthält im Verhältniß zu seinen Mineralbestandtheilen zu viel organische Substanz, so viel jedenfalls daß durch die in seiner Verwesung gebildete Kohlensäure die vielfache Menge mehr an Mineralsubstanzen gelößt werden könnte. Die außerordentliche Erhöhung der Wirkung der Knochen durch Zusatz von Schwefelsäure beruht lediglich auf der Vergrößerung der Löslichkeit des phosphorsauren Kalks. Bei den erwähnten Versuchen habe ich, wie viele vor mir,

die Erfahrung gemacht, daß die Fruchtbarmachung eines an sich unfruchtbaren Bodens, wenn dessen Unfruchtbarkeit von dem Mangel an wirksamen Bestandtheilen und nicht von einer ungeeigneten physikalischen Beschaffenheit herrührt, zu Ausgaben nöthigt, welche mehr betragen als man für den Ankauf des fruchtbarsten Feldes zu machen hätte. Man kann sich hierüber leicht eine Rechnung stellen.

Wenn man einem Acre (engl.) 8950 Pf. Asche oder Aschenbestandtheile von Waizen, Kartoffeln ꝛc. einverleibt, so reicht diese große Menge doch nur hin, um jedem Kubikzoll des Bodens auf 12 Zoll Tiefe einen einzigen Gran zu geben; dieß ist weit weniger als ein mäßig fruchtbarer Boden in einem Kubikzoll enthält, es ist hingegen weit mehr als man für eine Ernte bedarf. Da aber nur der Theil des Düngers wirkt, der in Berührung mit einer Wurzelfaser ist, so versteht man, warum man im Anfang soviel mehr geben muß. Es scheint daß in vielen Fällen die Hauptwirkung des Düngers auf unsern Feldern darin besteht, daß in Folge der reichlicheren Nahrung in der oberen Kruste des Feldes die Pflanzen während der ersten Zeit ihrer Entwickelung die zehnfache, vielleicht hundert- und tausendfache Anzahl von Wurzelfaßern treiben, die sie in dem magern Boden getrieben haben würden und daß ihr späteres Wachsthum im Verhältniß zu der Anzahl dieser Organe steht, durch die sie befähigt werden, den minder reichlichen Nahrungsstoff in den tieferen Schichten aufzusuchen und sich anzueignen und es erklärt sich vielleicht hieraus, warum eine im Verhältniß zu der im Boden enthaltenen kleinen Menge von Ammoniak, von Alkalien und phosphorsauren Erden die Fruchtbarkeit in so hohem Grade erhöht.

Dreiunddreißigster Brief.

Sie sind nunmehr hinlänglich vertraut mit meinen Ansichten über die Anwendung und die Wirkungsweise der verschiedenen Düngerarten — mit der größten Leichtigkeit werden Sie jetzt die folgenden Andeutungen verstehen, welche ich Ihnen noch hinsichtlich der Quellen schuldig bin, aus denen die Pflanzenwelt ihren Kohlenstoff und ihren Stickstoff schöpft.

Die Erfahrungen in der Wald- und Wiesencultur geben zu erkennen, daß die Atmosphäre eine für die Vegetation unerschöpfliche Menge Kohlensäure enthält.

Wir ernten auf gleichen Flächen Wald- oder Wiesenboden, in welchen die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile vorhanden sind, ohne daß ihnen ein kohlenstoffhaltiger Dünger zugeführt wird, in der Form von Holz und Heu eine Quantität Kohlenstoff, welche gleich ist und in vielen Fällen mehr beträgt, wie die Kohlenstoffmenge, welche das Culturland in der Form von Stroh, Korn und Wurzeln hervorbringt.

Es ist klar, daß dem Culturlande eben so viel Kohlensäure durch die Atmosphäre zugeführt und zur Aufnahme dargeboten wird, als einer gleichen Fläche Wiese oder Wald, daß der Kohlenstoff dieser Kohlensäure von unsern Culturpflanzen assimilirt wird oder assimilirbar ist, wenn die Bedingungen zu seiner Aufnahme, zu seinem Uebergang in einen Bestandtheil dieser Gewächse sich auf unsern Aeckern vereinigt vorfinden.

Mit aller Zufuhr an Nahrungsstoff ist ein Boden für die meisten Pflanzen völlig unfruchtbar, wenn in ihm z. B. in gewissen Jahreszeiten das Wasser fehlt. Der Regen befruchtet unsere Felder; der Same keimt und entwickelt sich nicht, ohne eine gewisse Menge von Feuchtigkeit.

Die Wirkung des Regens ist für die oberflächliche Beobachtung weit wunderbarer und überraschender, wie die des Düngers; auf Wochen und Monate hinaus ist sein Einfluß auf den Ertrag eines Feldes bemerkbar, und doch werden durch den Regen nur höchst geringe Mengen Kohlensäure und Ammoniak den Pflanzen zugeführt.

Das Wasser nimmt zweifellos durch seine Elemente einen bestimmten Antheil an der Entwicklung der Pflanze, allein es ist zu gleicher Zeit das vermittelnde Glied alles organischen Lebens.

Die Pflanze empfängt durch Vermittlung des Wassers aus dem Boden die zur Bildung ihrer Organe noth=

wendigen Alkalien, alkalischen Erden und phosphorsauren Salze. Fehlt es an diesen zum Uebergang der atmosphärischen Nahrungsstoffe in den Organismus der Pflanze nothwendigen tellurischen Bedingungen, so bleibt ihr Wachsthum zurück, ihre Ausbildung in der trockenen Jahreszeit steht in geradem Verhältniß zu der Menge dieser, in der Zeit der ersten Entwicklung aus dem Boden aufgenommenen Bestandtheile. Auf einem an mineralischen Nahrungsstoffen armen Boden gedeihen auch bei einer reichlichen Zufuhr von Wasser unsere Culturpflanzen nicht.

Der Ertrag einer Wiese oder der gleichen Fläche Wald an Kohlenstoff ist unabhängig von einer Zufuhr von kohlenstoffreichem Dünger, er ist abhängig von dem Vorhandensein gewisser Bodenbestandtheile, welche keinen Kohlenstoff enthalten, so wie von den Bedingungen, welche den Uebergang derselben in die Pflanzen vermitteln.

Wir sind nun im Stande, den Ertrag unseres Culturlandes an Kohlenstoff durch Zufuhr von gebranntem Kalk, durch Asche und Mergel zu erhöhen, durch Materien also, welche den Pflanzen keinen Kohlenstoff abgeben können, und es ist nach diesen wohlbegründeten Erfahrungen vollkommen gewiß, daß wir in diesen Materien das Feld mit gewissen Bestandtheilen versehen, die den darauf wachsenden Pflanzen ein Vermögen geben,

was sie vorher nur in einem geringeren Grade besaßen, das Vermögen nämlich, an Masse und damit an Kohlenstoff zuzunehmen.

Es kann hiernach nicht geläugnet werden, daß die Unfruchtbarkeit des Feldes oder sein geringerer Ertrag an Kohlenstoff nicht abhängig war von einem Mangel an Kohlensäure oder an Humus; denn wir können ja diesen Ertrag bis zu einer gewissen Grenze durch Zufuhr von Stoffen steigern, welche keinen Kohlenstoff enthalten; die nämliche Quelle aber, welche diesen Wiesen und dem Wald den Kohlenstoff lieferte, steht auch unsern Culturgewächsen offen, es handelt sich also in der Agricultur hauptsächlich darum, die besten und zweckmäßigsten Mittel anzuwenden, um den Kohlenstoff der Atmosphäre, nämlich die Kohlensäure, in die Pflanzen unserer Felder übergehen zu machen. In den mineralischen Nahrungsstoffen gibt die Kunst des Ackerbaues den Pflanzen diese Mittel, um den Kohlenstoff aus einer Quelle sich anzueignen, deren Zufluß unerschöpflich ist; beim Mangel an diesen Bodenbestandtheilen würde auch die reichlichste Zufuhr von Kohlensäure oder von verwesenden Pflanzenstoffen den Ertrag des Feldes nicht erhöht haben.

Die Menge Kohlensäure, welche aus der Luft in die Pflanze übergehen kann, ist in einer gegebenen Zeit beschränkt durch die Quantität von Kohlensäure, welche mit den Organen der Aufsaugung in Berührung kommt.

Der Uebergang der Kohlensäure aus der Luft in den Organismus der Pflanze findet durch die Blätter statt. Die Aufsaugung der Kohlensäure kann nicht vor sich gehen ohne Berührung der Kohlensäuretheilchen mit der Oberfläche der Blätter oder des Pflanzentheils, der sie anfnimmt.

In einer gegebenen Zeit steht mithin die Menge der aufgenommenen Kohlensäure in geradem Verhältniß zu der Blattoberfläche und zu dem in der Luft enthaltenen Kohlensäurequantum.

Zwei Pflanzen derselben Art von gleicher Blattoberfläche (Aufsaugungsfläche) nehmen in gleichen Zeiten unter gleichen Bedingungen eine und dieselbe Menge Kohlenstoff auf.

In einer Luft, welche doppelt so viel Kohlensäure enthält, nimmt unter denselben Bedingungen eine Pflanze doppelt so viel Kohlenstoff auf*).

Eine Pflanze, deren Blattoberfläche nur halb so groß ist wie die einer andern, wird in derselben Zeit eben so viel Kohlenstoff aufnehmen, wie diese zweite Pflanze, wenn wir ihr doppelt so viel Kohlensäure zuführen.

---

*) Boussingault sah, daß Traubenblätter, die in einem Glasballon eingeschlossen waren, der durchgeleiteten Luft alle Kohlensäure vollständig entzogen, so groß auch die Geschwindigkeit des Luftstroms sein mochte, welcher durchzog. Dumas leçon, Seite 23.

Hieraus ergibt sich die für die Culturpflanze so nützliche Wirkung des Humus und aller verwesenden organischen Substanzen.

Die junge Pflanze kann, wenn sie auf die Luft allein angewiesen ist, an Kohlenstoff nur im Verhältniß zu ihrer aufsaugenden Oberfläche zunehmen, und es ist klar, daß, wenn ihre Wurzeln in der nämlichen Zeit durch die Mitwirkung des Humus dreimal so viel Kohlensäure zugeführt erhalten, als die Blätter aufnehmen, so wird (die Bedingungen der Assimilation des Kohlenstoffs als gegeben vorausgesetzt) ihre Gewichtszunahme das Vierfache betragen. Es werden sich also viermal so viel Blätter, Knospen, Halme rc. bilden, und in dieser vergrößerten Oberfläche empfängt die Pflanze ein in dem nämlichen Grade gesteigertes Auffaugungsvermögen von neuem Nahrungsstoff aus der Luft, welches weit über den Zeitpunct hinaus in Thätigkeit bleibt, wo die Zufuhr von Kohlenstoff durch die Wurzeln aufhört.

Der Humus, als die Kohlensäurequelle in dem Culturlande, wirkt nun aber nicht allein nützlich als Mittel zur Vergrößerung des Kohlenstoffgehaltes der Pflanze, sondern durch die in einer gegebenen Zeit vergrößerte Masse der Pflanze ist in der That ja auch Raum für die Aufnahme der für die Ausbildung neuer Blätter und Zweige nothwendigen Bodenbestandtheile gewonnen.

Von der Oberfläche der jungen Pflanze aus verdunstet unausgesetzt Wasser, dessen Quantität in geradem Verhältnisse zur Temperatur und dieser Oberfläche steht. Die zahlreichen Wurzelfasern ersetzen gleich eben so vielen Pumpwerken das verdunstete Wasser, und so lange der Boden feucht oder mit Wasser durchdrungen ist, werden der Pflanze die ihr unentbehrlichen Bodenbestandtheile, in dem Wasser gelöst, zugeführt. Von einer Pflanze mit doppelter Oberfläche verdunstet doppelt so viel Wasser, wie aus einer Pflanze mit einfacher. Indem das in die Pflanze aufgenommene Wasser wieder als Dampf austritt, bleiben die durch seine Vermittlung zugeführten Salze und Bodenbestandtheile in der Pflanze zurück. Bei gleichem, der Masse proportionalem Wassergehalt empfängt eine Pflanze mit doppelter Blattoberfläche auf dem nämlichen Boden eine im Verhältniß zu diesem Wassergehalte größere Menge an Bodenbestandtheilen, als wie eine Pflanze mit einfacher Oberfläche.

Während die Entwicklung der letztern, wenn die weitere Zufuhr aufhört, eine baldige Grenze erreicht, dauert die der andern fort, eben weil sie eine größere Quantität der zur Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe nothwendigen Bedingungen enthält. In beiden wird sich nur eine den vorhandenen mineralischen Samenbestandtheilen entsprechende Anzahl oder Masse

von Samen bilden können; in derjenigen Pflanze, welche mehr phosphorsaure Alkalien und Erdsalze enthält, entstehen mehr Samen, wie in der andern, welche in der nämlichen Zeit weniger davon aufnehmen konnte.

So sehen wir denn in einem heißen Sommer, wenn die weitere Zufuhr von Bodenbestandtheilen durch Mangel an Wasser abgeschnitten ist, daß die Höhe und Stärke der Pflanze, so wie die Entwicklung der Samen in geradem Verhältniß steht zu der Menge der in der vorhergegangenen Periode ihres Wachsthums aufgenommenen Bodenbestandtheile.

Auf einem und demselben Felde ernten wir in verschiedenen Jahren ein sehr ungleiches Verhältniß an Korn und Stroh. Für gleiche Gewichte Korn von derselben chemischen Zusammensetzung ist in dem einen Jahr der Rohertrag um die Hälfte größer, oder auf gleiche Gewichtsmengen Stroh (Kohlenstoff) ernten wir in dem einen Jahr doppelt so viel Korn wie in dem andern.

Ernten wir aber von gleicher Oberfläche doppelt so viel Korn, so haben wir eine entsprechende Menge Bodenbestandtheile mehr in diesem Korn; ernten wir doppelt so viel Stroh, so haben wir doppelt so viel Bodenbestandtheile in diesem Stroh.

In dem einen Jahr wird der Waizen drei Fuß hoch und liefert vom Morgen zwölfhundert Pfund Samen,

in dem nächsten Jahr wird er vier Fuß hoch und liefert nur achthundert Pfund Samen.

Der ungleiche Ertrag entspricht unter allen Umständen dem ungleichen Verhältniß der für die Bildung des Korns und Strohes aufgenommenen Bodenbestandtheile. Das Stroh enthält und bedarf die phosphorsauren Salze so gut wie das Korn, nur in einem kleineren Verhältniß. Wenn in einem nassen Frühling die Zufuhr derselben nicht in gleichem Verhältniß stattfindet wie die der Alkalien, der Kieselsäure und der schwefelsauren Salze, wenn das Verhältniß der letzteren größer ist, wie das der phosphorsauren Salze, so nimmt der Kohlenstoffertrag zu, und eine weit größere Menge von phosphorsauren Salzen wird zur Ausbildung der Blätter und Halme verwendet; ohne einen Ueberschuß der phosphorsauren Salze bildet sich der Same nicht aus. Ja wir können durch den bloßen Ausschluß dieser Salze den Fall künstlich eintreten machen, wo die Pflanze eine Höhe von drei Fuß erreicht, wo sie zum Blühen kommt, ohne überhaupt Samen zu tragen. Auf einem an Strohbestandtheilen reichen Felde (auf fettem Boden) ernten wir nach einem nassen Frühling verhältnißmäßig weniger Korn, wie auf einem daran armen (auf magerem Boden), eben weil auf letzterem die Zufuhr der mineralischen Nahrungsstoffe in der Zeit größer ist, und

in ein richtigeres Verhältniß zur Entwicklung aller Bestandtheile der Pflanze sich stellt.

Angenommen, wir hätten alle Bedingungen der Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe unseren Culturpflanzen in reichlichster Menge gegeben, so besteht demnach die Wirkung des Humus in einer beschleunigten Entwicklung der Pflanze, in einem Gewinn an Zeit, in allen Fällen wächst durch den Humus der Ertrag an Kohlenstoff, der, wenn die Bedingungen zu seinem Uebergange in andere Verbindungen fehlen, die Form annimmt von Amylon, Zucker, Gummi, von Materien also, welche keine mineralischen Bestandtheile enthalten. (Man sehe übrigens die Note zur Seite 677.)

Das Moment der Zeit muß bei der Kunst des Ackerbaues mit in Rechnung genommen werden, und in dieser Beziehung ist der Humus für die Gemüsegärtnerei von ganz besonderer Wichtigkeit.

Wenn die Getreidepflanzen und Wurzelgewächse auf unsern Aeckern in den Ueberresten der vorhergegangenen Vegetation eine ihrem Gehalt an den im Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsstoffen entsprechende Menge von verwesenden Pflanzenstoffen und damit Kohlensäure genug zu ihrer beschleunigten Entwicklung im Frühling vorfinden so ist eine jede weitere Zufuhr von Kohlensäure ohne eine entsprechende Vermehrung der in die Pflanze übergehenden Bodenbestandtheile ohne allen Nutzen.

Auf einem Morgen guten Wiesenlandes gewinnen wir durchschnittlich nach der Angabe der zuverlässigsten Landwirthe 2500 Pfund Heu. Die Wiesen liefern diesen Ertrag ohne alle Zufuhr von organischen Stoffen, ohne kohlenstoff- oder stickstoffhaltigen Dünger. Durch gehörige Wässerung, Anwendung von Asche und Gyps kann derselbe bis zum doppelten gesteigert werden; nehmen wir aber an, diese 2500 Pfund Heu seien das Maximum, so ist gewiß, daß aller Kohlenstoff und Stickstoff dieser Wiesen von der Atmosphäre stammt.

Nach den Angaben Boussingault's enthält das bei hundert Grad getrocknete Heu 45,8 Procent Kohlenstoff und 1,5 Procent Stickstoff; das lufttrockene Heu enthält ferner 14 Procent Wasser, welche bei hundert Grad entweichen.

2500 Pfund lufttrockenes Heu entsprechen demnach 2150 Pfund bei hundert Grad getrocknetem Heu. Mit 984 Pfund Kohlenstoff, die in diesen 2150 Pfund Heu enthalten sind, hat man mithin auf dem Morgen Wiese geerntet 32,3 Pfund Stickstoff.

Wenn wir annehmen, daß dieser Stickstoff in der Form von Ammoniak in die Pflanze aufgenommen wurde, so ist klar, daß im geringsten Falle für je 3640 Pfund Kohlensäure (zu 27 Proc. Kohlenstoff) die Luft 39,1 Pfund Ammoniak (82 Proc. Stickstoff) enthält, oder auf 1000 Pfund Kohlensäure enthält die Luft $10\frac{7}{10}$ Pfund Ammoniak;

dies ist etwa ein Hunderttausendtheil von dem Gewicht der Luft oder ein Sechszigtausendtheil von ihrem Volumen.

Für je hundert Theile Kohlensäure, welche durch die Blattoberfläche absorbirt wurden, empfingen die Wiesenpflanzen aus der Luft etwas mehr als einen Theil Ammoniak.

Wenn wir aus den bekannten Analysen berechnen, wieviel Stickstoff wir in den verschiedenen Culturpflanzen von gleichen Flächen Land gewinnen, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

Für je tausend Pfund Kohlenstoff ernten wir

auf einer Wiese . . .	$32\frac{7}{10}$	Pf.	Stickstoff,
auf dem Culturlande:			
in Waizen . . .	21,5	"	"
" Hafer	22,3	"	"
" Roggen . . .	15,2	"	"
" Kartoffeln . .	34,1	"	"
" Runkelrüben . .	39,1	"	"
" Klee	44	"	"
" Erbsen . . .	62	"	"

Auf seinem Gute in Bechelbronn im Elsaß erntete Boussingault in fünf Jahren, in der Form von Kartoffeln, Waizen, Klee, weißen Rüben, Hafer, 8383 Pfund Kohlenstoff und 250,7 Pfund Stickstoff, in den darauf folgenden fünf Jahren, in der Form von Runkelrüben, Waizen, Klee, Waizen, Stoppelrüben, Hafer, Roggen,

8192 Pfund Kohlenstoff und 284,2 Stickstoff, in einem dritten Umlauf von sechs Jahren (Kartoffeln, Waizen, Klee, Waizen, Stoppelrüben, Erbsen, Roggen) 10949 Pfund Kohlenstoff und 353,6 Pfund Stickstoff: in den sechszehn Jahren 27424 Pfund Kohlenstoff und 858,5 Pfund Stickstoff, oder in Summa auf 1000 Kohlenstoff 31,3 Stickstoff.

Aus diesen Thatsachen ergeben sich einige für die Agricultur in hohem Grade wichtige Folgerungen:

Erstens beobachten wir, daß das relative Verhältniß des aufgesaugten Stickstoffs zum Kohlenstoff in einer bestimmten Beziehung zur Blattoberfläche steht. Diejenigen Gewächse, in denen sich, man kann sagen, aller Stickstoff concentrirt, wie in den Getreidepflanzen, enthalten im Ganzen weniger Stickstoff als die Leguminosen, die Erbsen und der Klee.

Zweitens ist der Ertrag an Stickstoff auf einer Wiese, welche keinen stickstoffhaltigen Dünger empfängt, weit größer, als der eines Waizenfeldes, welches gedüngt wurde.

Drittens ist der Ertrag an Stickstoff im Klee und in Erbsen weit größer, als der eines Kartoffel- und Rübenfeldes, welche auf's reichlichste gedüngt wurden.

Endlich geht hieraus als das merkwürdigste und wichtigste Ergebniß hervor, daß, wenn wir Kartoffeln, Waizen, Rüben, Erbsen, Klee (Pflanzen, welche Kali, Kalk

und Kieselerde enthalten) auf einem und demselben und zwar reichlich gedüngten Felde durcheinander gepflanzt hätten, so würden wir in sechszehn Jahren für eine gegebene Quantität Kohlenstoff dasselbe Verhältniß von Stickstoff geerntet haben, wie auf einer Wiese, die keinen Dünger empfing.

Auf einem Morgen Wiesenlandes ernten wir nämlich in Pflanzen, welche Kali, Kalk und Kieselerde enthalten, 984 Pfund Kohlenstoff und 32,2 Pfund Stickstoff; auf einem Morgen Culturland, nach sechszehnjährigem Durchschnitte, ebenfalls in Pflanzen, welche die genannten Bestandtheile enthalten, 857 Kohlenstoff und 26,8 Stickstoff.

Wenn wir den Kohlenstoff und Stickstoff der Blätter des Runkelrüben- und Kartoffelkrautes, die in dem Ertrag des Culturlandes nicht gerechnet wurden, mit in Anschlag bringen, so geht hieraus hervor, daß wir auf dem Culturlande an Kohlenstoff und Stickstoff mit aller Zufuhr von kohlenstoff- und stickstoffhaltigem Dünger nicht mehr producirt haben, als auf einer gleichen Oberfläche mit Wiesenpflanzen, denen nur mineralische Nahrungsstoffe (Bodenbestandtheile) zugeführt werden.

Worauf beruht nun die eigentliche Wirkung des Düngers, der festen und flüssigen Thierexcremente?

Diese Frage ist jetzt einer einfachen Lösung fähig; diese Excremente haben auf unserem Culturlande, von dem wir in der Form von Getreide und Vieh seit vielen Jahrhunderten jährlich eine gewisse Menge von Bodenbestandtheilen ausgeführt, d. h. nicht mehr zurückgebracht haben, eine ganz bestimmte Wirkung ausgeübt.

Hätten wir in den sechszehn Jahren nicht gedüngt, so würden wir nur die Hälfte oder den dritten Theil an Kohlenstoff und Stickstoff geerntet haben.

Daß wir so viel auf dieser Oberfläche producirten, wie auf der Wiese, dies verdanken wir in der That den festen und flüssigen Thierexcrementen; allein mit aller Zufuhr an diesem Dünger wurde das Feld in dem sechsten Jahr, wo wir düngten, nicht reicher an den zur Nahrung der Gewächse dienenden Bodenbestandtheilen, als es im ersten Jahre war; in dem zweiten Jahre nach der Düngung enthielt es weniger, als im ersten, und im fünften Jahre war es so weit daran erschöpft, daß wir, um eben so reiche Ernten wie im ersten Jahre zu erhalten, uns genöthigt sahen, so viel von diesen Bodenbestandtheilen wieder zuzuführen, als wir in den fünf Jahren dem Felde genommen hatten. Dies geschah zweifellos durch den Dünger.

Unsere Zufuhr an Dünger bewirkte also bloß, daß unser Culturland nicht ärmer daran wurde, als der Bo-

den einer Wiese ist, welche fünfundzwanzig Centner Heu lieferte. Wir nehmen in den Wiesenpflanzen, dem Heu, eben so viel Bodenbestandtheile jährlich hinweg, wie in einer Getreideernte, und wir wissen, daß die Fruchtbarkeit der Wiese eben so abhängig ist von dem Ersatz an diesen Bodenbestandtheilen, wie die des Culturlandes von dem Dünger. Zwei Wiesen von gleicher Oberfläche, welche ungleiche Mengen von diesen anorganischen Nahrungsstoffen enthalten, sind unter gleichen Bedingungen ungleich fruchtbar. Die eine, welche mehr enthält, liefert in einer gewissen Anzahl Jahre mehr Heu, als die andere, welche ärmer daran ist.

Wenn wir der Wiese die entzogenen Bodenbestandtheile nicht wieder ersetzen, so nimmt ihre Fruchtbarkeit ab.

Die Fruchtbarkeit derselben bleibt sich aber gleich, nicht nur, wenn wir ihr flüssige und feste Thierexcremente, nein, sie bleibt sich gleich, sie kann erhöht werden durch die einfache Zufuhr von den Mineralsubstanzen, welche Holzpflanzen und andere Gewächse nach dem Verbrennen hinterlassen. Durch Asche stellen wir die sich vermindernde Fruchtbarkeit unserer Wiesen wieder her. Unter Asche verstehen wir aber den Inbegriff der Nahrungsmittel, welche die Vegetabilien von dem Boden empfangen. Indem wir sie auf unsere Wiesen bringen, geben wir den darauf wachsenden Pflanzen das Vermögen,

Kohlenstoff und Stickstoff auf ihrer Oberfläche zu condensiren.

Sollte, so muß man fragen, die Wirkung der festen und flüssigen Excremente, welche die Asche der im Leibe der Thiere und Menschen verbrannten Pflanzen sind, nicht auf der nämlichen Ursache beruhen?

Sollte die Fruchtbarkeit, bei gleichen physikalischen Bedingungen, nicht bis zu einer gewissen Grenze unabhängig sein von dem zugeführten Ammoniak? Würden unsere Culturpflanzen, wenn wir den Urin abgedampft, die festen Excremente getrocknet und verbrannt, wenn wir die Salze des Urins und die Asche der festen Excremente unserem Lande zugeführt hätten, würden die darauf gebauten Culturgewächse, die Gramineen und Leguminosen, nicht den Kohlenstoff und Stickstoff aus der nämlichen Quelle geschöpft und empfangen haben, aus der ihn die Gramineen und Leguminosen unserer Wiesenfelder erhielten?

Kaum kann über diese Frage noch ein Zweifel herrschen.

In Virginien erntete man auf einem und demselben Felde in der Form von Waizen auf jedem Morgen im geringsten Anschlag 22 Pfund Stickstoff, in hundert Jahren macht dies 2200 Pfund. Wenn wir uns denken, daß dieser Stickstoff von dem Felde stammt, so müßte jeder

Morgen desselben in der Form von Thierexcrementen Hunderttausende von Pfunden enthalten haben!!!

Seit Jahrhunderten erntet man, wie ich in einem früheren Briefe erwähnt habe, in Ungarn auf einem und demselben Felde Tabak und Waizen ohne alle Zufuhr von Stickstoff. Ist es möglich, daß dieser Stickstoff von dem Boden stammt?

Jedes Jahr belauben sich unsere Buchen-, Kastanien- und Eichenwälder; die Blätter, der Saft, die Eicheln, die Kastanien, die Buchecken, die Kokosnuß, die Frucht des Brodbaumes sind reich an Stickstoff. Dieser Stickstoff ist nicht im Boden enthalten, er wird den wildwachsenden Pflanzen nicht zugeführt. Von einem Morgen Land, den wir mit Maulbeersträuchen bepflanzen, ernten wir in der Form von Seidenwürmern den Stickstoff der Blätter, mit denen wir sie ernährten, sie liefern uns einen Theil davon als Seide, die über siebenzehn Procent Stickstoff enthält, und diese Ernte erneuert sich jedes Jahr, ohne daß wir dem Boden stickstoffhaltigen Dünger zuführten. Es ist unmöglich, zweifelhaft über die Quelle zu sein, aus welcher dieser Stickstoff entspringt. Diese Quelle kann nur die Atmosphäre sein.

Gleichgültig, in welcher Form er darin enthalten ist, in welcher Form er daraus aufgenommen wird, der Stickstoff der wildwachsenden Pflanzen stammt zweifellos aus der Luft.

Sollten ihn die Felder Virginiens, die Felder Ungarns nicht aus der nämlichen Quelle empfangen haben oder empfangen können, wie dié wildwachsenden Pflanzen? Sollte die Zufuhr von Stickstoff in den Thierexcrementen nicht ganz gleichgültig gewesen sein, oder erhalten wir in der That eine der Zufuhr an Ammoniak entsprechende Menge an Blutbestandtheilen auf unseren Feldern wieder?

Diese Frage ist durch die Untersuchungen Boussingault's, welche um so werthvoller sind, da sie zu ganz andern Zwecken und in einer ganz andern Richtung von ihm angestellt wurden, auf die entscheidendste Weise gelöst.

Nehmen wir an, daß der Dünger, den er auf seine Felder brachte, den nämlichen Zustand besaß, in welchem er analysirt worden war (bei 110 Grad in luftleerem Raum getrocknet), so empfingen diese Felder in dem Dünger in sechszehn Jahren 1300 Pfund Stickstoff, allein dieser Dünger wurde ja nicht wasserfrei, sondern im natürlichen, feuchten Zustande mit Wasser durchdrungen gegeben, beim Trocknen entweicht ja, wie wir wissen, aller Stickstoff, der in den Thierexcrementen in der Form von flüchtigem kohlensaurem Ammoniak enthalten ist. Der Stickstoff im Harn, der sich durch die Fäulniß in kohlensaures Ammoniak verwandelt hatte, ist in diesen 1300 Pfunden nicht in Rechnung gebracht. Nehmen wir an, daß er nur halb so viel betrug, wie der in den ge-

trockneten Excrementen, so wurden einem Felde in sechszehn Jahren 1950 Pfund Stickstoff zugeführt.

In sechszehn Jahren wurden aber in der Form von Korn, Stroh und Wurzelgewächsen nur 1507 Pfund Stickstoff darauf geerntet, weit weniger also, als zugeführt wurde; daher denn sein irriger Schluß, daß nur die Leguminosen die Fähigkeit haben, Stickstoff aus der Luft zu condensiren, während den Gramineen und Wurzelgewächsen Stickstoff zugeführt werden müßte; aber in der nämlichen Zeit ernten wir ja auf derselben Fläche einer guten Wiese, die keinen Stickstoff empfing (auf einem Hectare = vier hessischen Morgen) 2060 Pfund Stickstoff.

Jedermann weiß, daß in dem holzarmen Egypten die Excremente der Thiere getrocknet das Hauptbrennmaterial ausmachen, daß Europa Jahrhunderte lang den Stickstoff aus dem Ruß dieser Excremente in der Form von Salmiak zugeführt erhielt, bis in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts Gravenhorst in Braunschweig die Salmiakfabrikation entdeckte.

Außer den nichtflüchtigen, den Aschenbestandtheilen dieser Excremente, empfangen die Felder im Nilthale keinen thierischen Dünger, und dennoch sind sie seit Perioden, die weiter als unsere Geschichte reichen, durch ihre Fruchtbarkeit sprüchwörtlich geworden, und diese Fruchtbarkeit ist noch heute so bewunderungswürdig wie sie in

den frühesten Zeiten war. Diese Felder empfangen in dem Schlamme des übergetretenen Nils jedes Jahr einen neuen, durch jahrtausendjährige Cultur noch nicht erschöpften Boden, durch den die in der Ernte entzogenen Bodenbestandtheile wieder ersetzt werden. Der Schlamm des Nils enthält so wenig Stickstoff, als der Schlamm der Schweizeralpen, der bei Rheinüberschwemmungen unsere Felder befruchtet.

Welche ungeheure Lager von stickstoffhaltigen thierischen und vegetabilischen Stoffen müßten in der That die Hochgebirge Afrika's in Höhen besitzen, welche über die Schneegrenze reichen, wo kein Vogel, kein Thier, aus Mangel an aller Vegetation, mehr Nahrung findet.

Wir wissen, daß der Käse von den Pflanzen stammt, welche den Kühen zur Nahrung gedient haben. Die Wiesenpflanzen Hollands empfangen den Stickstoff, der im Käse enthalten ist, aus derselben Quelle, wie bei uns, sie erhalten ihn aus der Luft. Tag und Nacht bleiben die Milchkühe in Holland auf der Weide, alle Salze, welche das Futter enthielt, bleiben in der Form von Urin und festen Excrementen auf den Feldern, nur eine verhältnißmäßig sehr kleine Quantität wird in dem Käse ausgeführt.

Der Zustand der Fruchtbarkeit dieser Wiesen kann sich demnach so wenig ändern, wie der unserer Felder, die zwar nicht beweidet werden, denen wir aber den größ-

ten Theil der entzogenen Bodenbestandtheile in der Form von Dünger wieder ersetzen.

In den Käsedistricten Hollands bleiben diese Bodenbestandtheile auf den Wiesen zurück, in unseren landwirthschaftlichen Anstalten sammeln wir diese Bestandtheile zu Hause, und führen sie von Zeit zu Zeit unseren Feldern wieder zu.

Der Stickstoff des Harns, der festen Excremente der Kühe, er stammt von den Wiesenpflanzen Hollands, die ihn aus der Luft empfingen; aus der nämlichen Quelle stammt der Stickstoff aller Käsesorten, die in Holland, in der Schweiz und in andern Ländern gewonnen werden.

Seit Jahrhunderten haben die holländischen Wiesenfelder, die Schweizeralpen Millionen Centner Käse producirt, jedes Jahr werden Tausende von Centnern Käse aus diesen Ländern ausgeführt, und diese Ausfuhr vermindert in keiner Weise die Ertragsfähigkeit dieser Wiesen, obwohl sie niemals mehr Stickstoff empfangen können, als sie schon enthalten.

Es ist hiernach vollkommen gewiß, daß unsere Felder durch die Ausfuhr stickstoffreicher Producte nicht erschöpfbar sind, eben weil es nicht der Boden, sondern die Atmosphäre ist, welche den Vegetabilien den Stickstoff liefert, daß wir durch Zufuhr stickstoffreicher Dünger durch A m m o n i a k s a l z e allein, die Fruchtbarkeit der Felder, ihre Ertragsfähigkeit nicht zu steigern vermögen, daß

hingegen ihr Ertrag in geradem Verhältniß mit den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsstoffen steigt oder abnimmt.

Die Bildung der Blutbestandtheile, der stickstoffhaltigen Bestandtheile in unsern Culturpflanzen ist an die Gegenwart gewisser Materien geknüpft, welche der Boden enthält; fehlen diese Bodenbestandtheile, so wird auch bei der reichlichsten Zufuhr kein Stickstoff assimilirt; das Ammoniak in den thierischen Excrementen übt nur deßhalb die günstige Wirkung aus, weil es begleitet ist von den zu seinem Uebergang in Blutbestandtheile nöthigen andern Stoffen. Geben wir dem Felde diese andern Bedingungen mit dem Ammoniak, so wird es assimilirt, fehlt aber dieses Ammoniak, so schöpft die Pflanze den Stickstoff aus der Luft, aus einer Quelle, in der sich der Abgang von selbst durch die Fäulniß und Verwesung der gestorbenen Thier- und Pflanzenleiber wieder ersetzt.

Das Ammoniak beschleunigt und befördert das Wachsthum der Pflanzen auf allen Bodenarten, in welchen die Bedingungen seiner Assimilation sich vereinigt vorfinden, es ist aber völlig wirkungslos in Beziehung auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, wenn diese Bedingungen fehlen.

Wir können uns denken, daß das Asparagin (der wirksame Bestandtheil der Spargel und Althäwurzel), daß die stickstoff- und schwefelreichen Bestandtheile des

Senfsamens und aller Cruciferen erzeugbar sind ohne alle Mitwirkung der Bodenbestandtheile. Wären aber die organischen Blutbestandtheile in den Pflanzen erzeugbar, könnten sie gebildet werden auch ohne die Mitwirkung der anorganischen Blutbestandtheile, ohne Kali, Natron, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk, so würden sie für uns, für die Thiere, welche auf die Pflanzennahrung angewiesen sind, dennoch keinen Nutzen haben, sie würden den Zweck, zu dem sie die Weisheit des Schöpfers bestimmt hat, nicht erfüllen. Ohne die Alkalien, die phosphorsauren Salze kann sich kein Blut, keine Milch, keine Muskelfaser bilden, ohne den phosphorsauren Kalk allein würden wir Pferde, Ochsen, Schafe vielleicht, aber ohne Knochen haben.

In dem Harn und den festen Excrementen der Thiere, in dem Guano führen wir Ammoniak und damit Stickstoff unsern Culturpflanzen zu, dieser Stickstoff ist begleitet von allen mineralischen Nahrungsstoffen, und zwar genau in dem nämlichen Verhältnisse, wie beide in den Pflanzen, die den Thieren zur Nahrung dienten, enthalten waren, oder, was das nämliche ist, in dem Verhältnisse, in welchem beide von einer neuen Generation von Pflanzen verwendbar sind.

Die Wirkung der künstlichen Zufuhr von Ammoniak als der Stickstoffquelle beschränkt sich also, ähnlich wie die des Humus als einer Kohlensäurequelle, auf das

Moment der Zeit, auf eine in einer gegebenen Zeit beschleunigte Entwicklung unserer Culturpflanzen. In der Form von Thier- und Menschenexcrementen zugeführt, steigern wir durch das Ammoniak den Gehalt unserer Culturpflanzen an Blutbestandtheilen, eine Wirkung, welche das kohlensaure und schwefelsaure Ammoniak für sich allein nie besitzt.

Zur Vermeidung von jedem Mißverständniß muß wiederholt darauf aufmerksam gemacht werden, daß die vorangegangene Auseinandersetzung in keiner Weise mit der Wirkung des künstlichen zugeführten Ammoniaks oder der Ammoniaksalze im Widerspruche steht. Das Ammoniak bleibt stets die Quelle alles Stickstoffs für die Pflanzen, seine Zufuhr ist immer nützlich, für gewisse Zwecke durchaus unentbehrlich, allein es ist für die Agricultur von der größten Wichtigkeit, mit Bestimmtheit zu wissen, daß die Zufuhr von Ammoniak für viele Culturgewächse unnöthig und überflüssig ist, daß der Werth eines Düngers, wie in Frankreich und Deutschland als festgesetzte Regel gilt, nicht beurtheilt werden darf nach seinem Stickstoffgehalt, daß er diesem Stickstoffgehalt nicht proportional ist.

Durch die genaue Bestimmung der Aschenmenge der Culturpflanzen, die sich auf dem verschiedensten Boden entwickelt haben, so wie durch ihre Analyse, werden wir erfahren, welche Bestandtheile in der nämlichen Pflanze

wechseln, und welche constant sind; wir werden zu einer genauen Kenntniß der Summe aller Bestandtheile gelangen, die wir in verschiedenen Ernten dem Boden nehmen.

Der Landwirth wird damit in den Stand gesetzt sein, ähnlich wie in einer wohleingerichteten Manufactur, ein Buch zu führen über einen jeden seiner Aecker, mit Genauigkeit voraus zu bestimmen, welche Stoffe und in welcher Menge er sie hinzuführen muß, um den Acker je nach der geernteten Frucht in seinen ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurück zu versetzen; er wird genau in Pfunden auszudrücken wissen, wie viel er von dem einen oder andern Bodenbestandtheil zu geben hat, um seine Fruchtbarkeit für gewisse Pflanzengattungen zu steigern.

Diese Untersuchungen sind ein Bedürfniß unserer Zeit; wir werden durch den vereinigten Fleiß der Chemiker aller Länder in wenigen Jahren der Lösung dieser Aufgaben entgegensehen können, und mit Hülfe erleuchteter Landwirthe zu einem rationellen, in seinen Grundfesten unerschütterlichen System der Land- und Feldwirthschaft für alle Länder und für alle Bodenarten gelangen.

Anhang.

Zur Seite 74.

Geschichte des Knaben mit dem goldenen Zahne. Sprengel. III. Bd. 403—406. 16. Jahrh.

„Ein Knabe von zehn Jahren in der Gegend von Schweidnitz war das Wunderkind, dem dieser goldene Zahn gewachsen war. Jakob Horst, der in Schweidnitz Arzt gewesen, hörte in Helmstädt, wo er damals (1595) Professor war, von dieser Geschichte und schrieb ein eigenes, höchst seltsames Buch darüber, worin er zuvörderst, ohne einen Augenblick an der Glaubwürdigkeit der Geschichte zu zweifeln, die Erzeugung dieses Zahns als eine übernatürliche Wirkung ansieht, die von der Constellation abhange, unter welcher der Knabe geboren. Am Tage seiner Geburt (22. Dec. 1586) habe nämlich die Sonne im Zeichen des Widders gestanden. Durch diese übernatürliche Ursache sei die ernährende Kraft, vermittelst der Zunahme der Hitze, wunderbarlich verstärkt, und

so sei, statt der Knochenmaterie, Goldstoff abgesondert worden. Er untersucht hierauf die Vorbedeutung dieses Wunders. So wie jede Sonnenfinsterniß, jedes Erdbeben seine Vorbedeutung habe, so müsse man auch diesen goldenen Zahn als ein Zeichen des goldenen Zeitalters ansehen. Der römische Kaiser werde die Türken, diesen Feind der Christenheit aus Europa vertreiben und alsdann sei das 1000jährige Reich und das goldene Zeitalter vor der Thür. Um diese Prophezeihung zu erweisen, beruft sich Horst auf Daniel (Cap. 2.), wo der goldene Kopf der Statue ein großes Reich anzeigte. Weil aber bei dem schlesischen Knaben der goldene Zahn der letzte in der Reihe war, so werde auch diese befestigte Herrschaft des römischen Kaisers kurz vor der Zukunft Christi zum Gericht hergehen. Und da der goldene Zahn in der unteren Kinnlade zur Linken sitze, so werde dadurch angedeutet, daß schwere Trübsale vor dem Antritt des goldenen Zeitalters hergehn werden.

„Nicht über das Factum, denn davon schienen beide überzeugt zu sein, sondern über die Theorie dieser Begebenheit stritten sich zwei andere Aerzte, Martin Ruland der Jüngere, aus Lauingen, damals noch Arzt in Regensburg, von wo er nachher nach Prag ging, und Joh. Ingolstetter aus Nürnberg, Arzt und Prorector des Pädagogii zu Amberg. Der erstere hatte versucht, aus natürlichen Ursachen das Factum zu er=

klären: Ingolstetter aber suchte, wenn aus dem Titel geschlossen werden darf, zu erweisen, daß es ein wahres Wunder, eine übernatürliche Begebenheit sei."

„Eine wohlgerathene Widerlegung der Horstischen Schimäre, schrieb Duncan Liddel, ein Schotte. Balthasar Cammaeus hatte schon zu Ende des Jahres 1595 bemerkt, daß der Wunderknabe sich nicht mehr von Gelehrten besehen lasse sondern fast wüthend werde, wenn man ihn dazu nöthigen wolle, und man hege daher den Verdacht, daß der berühmte Zahn bloß mit Goldblech überzogen sei, denn die Wurzel dieses Zahns sei gewiß nicht golden."

Zur Seite 80.

Auszüge aus dem Brief Galilái's an Madama Cristina Graduchessa madre.

„Wir bringen das Neue, nicht um die Natur und die Geister zu verwirren, sondern um sie aufzuklären, nicht um die Wissenschaften zu zerstören, sondern um sie wahrhaft zu begründen. Unsere Gegner aber nennen falsch und ketzerisch was sie nicht widerlegen können, indem sie aus erheucheltem Religionseifer sich einen Schild machen und die heilige Schrift zur Dienerin von Privatabsichten erniedrigen. Aber man darf einen Schriftsteller

nicht ungehört verdammen, wo er gar keine kirchlichen Dinge, sondern natürliche behandelt, und dieselben mit astronomischen und geometrischen Gründen erörtert. Wer sich immer an den nackten grammatischen Sinn halten wollte, würde der Bibel Widersprüche, ja Blasphemien schuldgeben, wenn sie von Gottes Auge, Hand oder Zorn redet. Und wenn solches nach der Fassungskraft des Volkes vorkommt, wie viel mehr mußte diese bei Gegenständen berücksichtigt werden, die von der Wahrnehmung der Menge weit abliegen und das Seelenheil nicht betreffen, wie die Naturwissenschaften. Darum darf man bei ihnen nicht mit der Autorität der Bibel anfangen, sondern mit den Sinneswahrnehmungen und den nothwendigen Beweisen, weil in gleicher Weise Natur und Bibel durch das göttliche Wort ihr Sein haben. Da die Bibel sich accommodirend, Vieles figürlich sagt, die unveränderliche unerbittliche Natur aber nie den Wortlaut ihrer Gesetze überschreitet, indem sie sich nicht bekümmert, ob ihre verborgnen Ursachen und Thätigkeitsweisen der Fähigkeit der Menschen angemessen sind, so scheint daß was Sinneswahrnehmung und Beweis uns vor Augen und Geist bringt, durchaus nicht in Zweifel gezogen werden zu dürfen durch Stellen der Schrift, die einen doppelten Sinn haben, weil nicht jedes Wort an so strenge Regeln gebunden ist, wie die Naturerscheinungen, und Gott sich nicht weniger herrlich in ihnen

als in den heiligen Aussprüchen der Bibel offenbart. Darum muß man sich vor Allem der Thatsache versichern. Ihr kann die Bibel nicht entgegen sein, sonst würde Gott sich widersprechen; also muß man darnach ihren Sinn auslegen und die Forscherkraft ist auch eine Gottesgabe. Für die Astronomie haben wir Sinn und Verstand empfangen, aber die Bibel redet in dieser Beziehung, wie das damalige Volk die Sache ansah, denn dieses durfte nicht abgeschreckt werden, und hätte sie der Erde die Bewegung und der Sonne die Ruhe beigelegt, so würde das die geringe Fassungskraft der Menge verwirrt und sie widerspenstig und hartnäckig im Glauben an die Hauptsätze der Religion gemacht haben. Wo aber hat die Bibel die neue Lehre verdammt? Der heilige Geist hat darüber geschwiegen, und wenn demnach unsere Ansichten mit der Seligkeit nichts zu thun haben, wie können sie ketzerisch sein? Der heilige Geist hat uns gelehrt wie wir in den Himmel kommen, nicht wie der Himmel sich bewegt. Man setzt das Ansehn der Bibel auf's Spiel, wenn man die Sache anders nimmt, und statt nach sicher erwiesenen Thatsachen den Sinn der Schrift zu deuten, lieber die Natur zwingen, das Experiment leugnen, den Geist verschmähen will. Auch ist es keine Verwegenheit, wenn Jemand nicht bei dem Herkommen stehen bleibt. Will man aber auch die Meßkunst auf die Bibel gründen, so ist das eine falsche Ansicht ihrer Herr=

scherwürde, so falsch als wenn ein König, weil er dies ist, auch Arzt und Baumeister seiner Unterthanen sein und sie zu seinen Recepten nöthigen wollte."

„Es steht nicht in der Gewalt des Mannes der Wissenschaft, seine Ansichten zu verändern, hierhin und dorthin zu wenden; man darf ihm nicht befehlen, man muß ihn überführen. Um unsere Lehre aus der Welt zu bringen, genügt es nicht, einem Menschen den Mund zu schließen, wie die sich überreden, die das Urtheil der Andern nach ihrem eigenen messen; aber man müßte nicht blos ein Buch und die Schriften der Anhänger verbieten, sondern überhaupt die ganze Wissenschaft untersagen, man müßte den Menschen verwehren gen Himmel zu sehen, damit sie nichts von demjenigen erblicken, was in das alte System nicht paßt und durch das neue erklärt wird. Es ist ein Verbrechen gegen die Wahrheit, wenn man um so mehr sie zu unterdrücken sucht, je klarer und offenbarer sie sich erweist. Aber gar eine einzelne Ansicht verdammen und das Uebrige bestehen lassen, wäre noch ärger, denn man ließe den Menschen die Gelegenheit, eine als falsch verdammte Ansicht als wahr bewiesen zu sehen. Das Verbieten der Wissenschaft selbst aber wäre gegen die Bibel, die an hundert Stellen lehrt, wie der Ruhm und die Größe Gottes wunderbar in allen seinen Werken ersehen wird und ganz göttlich im offnen Buch des Himmels zu lesen ist. Und glaube Niemand,

daß das Lesen der erhabensten Gedanken, die auf diesen Blättern leuchtend geschrieben stehn, damit fertig sei, daß man bloß den Glanz der Sonne und der Sterne bei ihrem Auf- und Untergang angafft, was die Thiere am Ende auch können, sondern da sind so tiefe Geheimnisse, so erhabene Begriffe, daß die Nachtarbeiten, die Beobachtungen, die Studien von hundert und aber hundert der schärfsten Geister mit tausendjährigem Forschen noch nicht völlig durchgedrungen sind und die Lust des Forschens und Findens ewig währt.“ (Aus M. Carriere's Weltanschauung S. 138 — 184).

Zur Seite 312.

„Seit in der hiesigen Gebäranstalt (in Wien) eine Abtheilung zum Unterrichte für Aerzte und eine Abtheilung für Hebammen besteht, war die Zahl der Todesfälle auf der für Aerzte bestimmten Abtheilung constant größer — im Jahr 1846 sogar viermal größer — als auf der Abtheilung für Hebammen.

„Es ist begreiflich, daß eine so enorme Differenz in der Sterblichkeit auf zwei Abtheilungen derselben Anstalt (im Jahr 1846 starben auf der Abtheilung für Aerzte auf die gleiche Zahl der Entbundenen über 400 mehr) die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zog und

daß man deren Ursache zu ermitteln suchte ..... Nachdem Dr. Semmelweis, als Assistent an der für die Aerzte bestimmten Abtheilung, einige Monate hindurch alle Verhältnisse in Erwägung zog, erkannte er in dem Umstande, daß sowohl er als die Studirenden sich häufig mit Leichenöffnungen beschäftigten, daß der cadaveröse Geruch an den Händen trotz mehrmaligen Waschens erst nach langer Zeit verschwindet und daß er und die Schüler nicht selten unmittelbar von der Untersuchung eines Cadavers zur Untersuchung der Gebärenden übergingen, den einzig möglichen Weg der Uebertragung einer faulenden thierischen Substanz auf die Geburtstheile der Wöchnerinnen (welche als eine der nächsten Ursachen des Krankheitszustandes — der Eiterbildung im Blute — erkannt und im vorliegenden Falle in's Auge gefaßt worden war). Es war dies zugleich die einzige unter den möglichen Ursachen der Puerperalkrankheit, welche auf der Abtheilung für Hebammen entweder gar nicht oder in sehr beschränktem Maße wirksam war."

„Es traf nun Dr. Semmelweis die Verfügung, daß Jedermann vor jeder Untersuchung die Hände mit Chlorwasser waschen mußte.

„Auf diese Anwendung erkrankten die Wöchnerinnen auf der für die Studirenden bestimmten Abtheilung nicht zahlreicher, als auf der Abtheilung für Hebammen.

„Im Jahr 1848 starben von 3780 Entbundenen nur 45 — von hundert 1,19 —, während auf der Abtheilung für Hebammen von 3219 43 starben, von hundert also 1,33. Seit drei Jahren, während welchen diese Waschungen im Gebrauch sind, ist das Verhältniß der Sterblichkeit auf beiden Abtheilungen gleich."

Aus einem Vortrage von Professor Skoda in der Sitzung der kaiserl. Akademie zu Wien vom 18. Okt. 1849, aus welchem sich nebenbei ergiebt, wie gering die Anerkennung gewesen ist, welche diese große, praktisch wichtige Entdeckung außerhalb der Akademie gefunden hat. Gewiß werden sich noch mehrere Ursachen des Kindbettfiebers namhaft machen lassen, daß aber die von Dr. Semmelweis mit allem Scharfsinn eines vorurtheilfreien Forschers in der Gebäranstalt zu Wien ermittelte Ursache eine derselben ist, daran kann wohl kein Unbefangener zweifeln.

Zur Seite 313.

„Um sich einen Osterbraten zu verschaffen, erzählt Dr. Röser, beauftragte C. in R. die Seinigen, Drahtschlingen zur Erhaschung eines Rehes zu legen. Es fing sich auch wirklich ein solch armes Thier mit dem Hinterleibe in der Schlinge, welche es, glücklich mit Kopf und

Brust durch dieselbe gekommen, am Bauche und über dem Becken umfaßte, so daß es nach dem qualvollsten Kampfe endlich erliegen mußte und man es des andern Tages todt fand.“

„Der Herr und die Frau vom Hause aßen am Ostertage die beste Portion von diesem Leckerbissen, wenig davon bekamen die Angehörigen; der Rest wurde in Essig gelegt, aber Nichts davon gegessen.“

„Desselben Tages bemerkten nun Alle im Hause, welche von dem Reh genossen hatten, eine auffallende Trockenheit im Munde, Druck im Magen und Brechreiz; die Gesichtszüge wurden bei Allen sehr leidend, blaß; über Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel, große Abgeschlagenheit der Glieder klagten Alle. Der Mann verlor mehrere Tage lang das Sehvermögen und war blind; kurz, von hier an begann eine Reihe merkwürdiger Krankheitszufälle, welche die Hülfe des Dr. Röser vielfach in Anspruch nahmen. Der Mann wurde erst im Juli hergestellt, die Frau aber siechte über zwei Jahre lang und erlag endlich doch einem schmerzvollen Tode. Schneller wurde die Tochter und der Knecht und die Magd hergestellt, die nur wenig von dem zu Tode gequälten Thiere genossen hatten. — Die Krankheitszufälle erinnerten in mancher Beziehung an die Wirkungen des Wuthgiftes (und Wurstgiftes?).“ Dr. Röser schließt seine Mittheilung mit folgenden

Worten: „Scheußlich und unter Qualen geht manches Thier auf ähnliche Weise, wie jenes mit der Drahtschlinge gefangene (auf der Jagd z. B.) zu Grunde; sollte daher durch solche Fälle, wie der Mitgetheilte, die Medizinalpolizei sich nicht zur strengsten Fürsorge veranlaßt finden, daß die dem Menschen zur Nahrung dienenden Thiere vor der Tödtung nicht gequält werden." Dr. C. G. Carus. (Aus der Zeitschrift: „Der Menschenfreund in seinen Beziehungen zur belebten Welt. Ein Volksblatt, herausgegeben von dem in Dresden bestehenden Verein zum Schutz der Thiere.")

Zur Seite 314.

„Die Anlage der Eisenbahn von Straßburg nach Basel nöthigte, an manchen Punkten die Felder, welche die Bahnlinie begrenzten, auf eine Tiefe von 1 bis 2 Meter auszuheben, um die Erde für die Bahndämme zu gewinnen. Es entstanden dadurch Aushöhlungen von 13 bis 14 Hectaren (42 bis 56 Morgen hess.) Ausdehnung und einer Länge von 3 Kilometern in der Nähe der Gemeinden Bollweiler und Feldkirch. Im Herbst und Frühling füllen sich diese Aushöhlungen mit Wasser, welches im Sommer zum Theil vertrocknet und einen der Gesundheit schädlichen Schlamm absetzt. In dieser Weise haben sie sich in wahre Moräste verwandelt,

in welchen Herr A. Baumann die dem stehenden Wasser eigenthümlichen Pflanzen gefunden hat, z. B. **Polygonum hydropiper, Arundo phragmites, Alisma plantago etc. etc.**“

„Unter dem Einfluß dieser gefährlichen Sümpfe ist die Gemeinde Bollweiler, welche 1446 Einwohner zählt, seit drei Jahren durch Wechselfieber auf's grausamste heimgesucht worden. Die folgende Aufnahme, welche von dem Bürgermeister Herrn Durwell bestätigt ist, beweist, daß das Uebel, anstatt sich zu vermindern, jährlich schlimmer geworden ist. Die folgende Uebersicht giebt die Anzahl der Individuen, welche seit vier Jahren von dem Wechselfieber befallen wurden:

im Jahr	1842	36
„ „	1844	166
„ „	1845	743
„ „	1846	1166.

„Die Sterblichkeit ist in demselben Verhältniß gewachsen. Das Mittel aus einem Durchschnitt von zehn Jahren (1836 bis 1845) beträgt 36. Im Jahr 1846 erhob sich die Anzahl der Todesfälle auf 54. In demselben Zeitraume betrugen die in Folge der Arbeitsunfähigkeit verlorenen Tage, das Honorar für die Aerzte und die Ausgaben für Arzeneien die Summe von 116,515 Franken.“

„Die kleine Gemeinde von Feldkirch, welche nur 450

Einwohner zählt, wurde nicht weniger schlimm behandelt. Das Folgende ist die von dem Bürgermeister bestätigte Aufnahme der vom Wechselfieber ergriffenen Personen in den vier letzten Jahren:

1843	2
1844	20
1845	135
1846	376.

„Die jährliche Sterblichkeit, welche nur 11 Personen betrug, stieg 1846 auf 18. Der Verlust endlich durch verlorene Arbeitstage und Krankheitsunkosten belauft sich auf 42219 Frcs. Diesen Thatsachen fügen die Herren DDr. Weber, Sänger und West, die Verfasser eines sehr entscheidenden Berichtes an den Präfect des Oberrheins noch andere an, welche nicht minder beweisend sind. Der Apotheker Larger in Soultz, Hauptort der drei betroffenen Cantone, hat die folgenden Quantitäten schwefelsaures Chinin verkauft:

im Jahr 1843	120	Grammen
„ „ 1844	150	„
„ „ 1845	970	„

„Der Staat kann nicht länger unempfindlich und unthätig bleiben im Angesicht solcher Uebel. Drei Jahre voller Leiden haben die unglücklichen Bewohner von Bollweiler und Feldkirch gänzlich entmuthigt und der Verfasser dieses Briefes, Hr. Dolfus-Ausset, wendet

sich an die Einsicht der Akademie, um die Verwaltung über die besten Mittel aufzuklären, welche anzuwenden sind, um die Plage aufhören zu machen, welche zwei Dörfer zehntet und die benachbarten bedroht." Comptes rendus de l'Academie des Sciences à Paris, Séance du 5. Mai 1847. p. 779. In der Sitzung vom 24. Mai schlug Herr Sainte-Preuve als das unzweifelhaft zweckmäßigste Mittel zur Beseitigung dieser Krankheitsheerde vor, dieselbe in Verbindung mit einem fließenden Wasser zu setzen und dem stehenden Wasser eine Circulation zu geben.

Zur Seite 603.

„Den im Wein stets neu erblühenden Lebensmuth des Rheingauers hat der Volksmund gar ergötzlich in einer kleinen launigen Historie veranschaulicht. Nirgends, so erzählt man, legt seltener ein Mann Hand an sich selbst als im Rheingau, besonders aber ist es in der ganzen Chronik des Gaues unerhört, daß ein Lebenssatter je die der düstersten Melancholie eigenthümliche Todesart des Erhenkens gewählt hätte. Nur einmal war ein Rheingauer Mann der sich erhängen wollte. All sein Hab und Gut war zerronnen, das letzte Hausgeräthe hatten sie ihm gepfändet. Bloß eine halbe Zulast Wein hatten die Gläubiger noch im Keller liegen

lassen. Da ging der Mann auf den Speicher, nahm einen neuen Strick, strich ihn mit Oel, damit er besser rutsche, drehte eine kunstvolle Schlinge und stellte sich unter einen Querbalken. Er wollte eben die verhängnißvolle Reise antreten, als ihm das halbe Zulästchen einfiel, das noch im Keller lag. Nur noch einen einzigen Schluck auf der Weg! Er besann sich lange; aber er schlich hinunter, nahm den Stechheber und steckte ihn zum Spundloch ein, wo man immer den besten Trunk, so recht das edelste Herzblut des Fasses, herauszieht, und füllte sich einen einzigen Schoppen. Und als er den geleert, fand er daß der Wein gut sei und setzte den zweiten drauf. Beim dritten kam ihm der Gedanke, wie es doch gar thöricht wäre noch einen so großen Rest des guten Weines lachenden Erben zu lassen; darum holte er sich auch noch den vierten dazu. Als er aber beim siebenten Schoppen angekommen war, lupfte er ganz sacht den Spunden, nahm den neuen geölten Strick, warf ihn zum Spundloch hinein und rief: so ertränk' dich selber, verdammter Strick! Erst will ich das ganze Faß bis auf den Grund leeren, dann wollen wir sehen, ob du noch zu brauchen bist. Als der Mann aber nach einiger Zeit das ganze Faß wirklich ausgetrunken, fand er daß der Strick nicht mehr zu brauchen sei. Das war der einzige Rheingauer Mann, der sich erhenken wollte.

„Seit tausend Jahren ist das Rheingauer Leben

gleichsam in Wein getränkt, es ist „weingrün" geworden wie die guten alten Fässer. Dieß schafft ihm seine Originalität. Denn es gibt vielerlei Weinland in Deutschland, aber keines wo der Wein so eines und alles wäre wie im Rheingau. Der Wein ist allerwege das Glaubensbekenntniß des Rheingauers. Wie man zu Cromwells Zeit in England den Royalisten an der Fleischpastete, den Papisten an der Rosinensuppe, den Atheisten am Roastbeef erkannte, so erkennt man seit unvordenklicher Zeit den Rheingauer an der Weinflasche."

„Man erzählt sich im Rheingau von Müttern, die ihren neugebornen Kindern als erste Nahrung ein Löffelchen guten alten Weines einschütteten, um ihnen gleich in der Wiege den Stempel der Heimath aufzuprägen. Ein tüchtiger „Brenner", wie man am Rhein den vollendeten Zecher nennt, trinkt alltäglich seine sieben Flaschen Wein, wird steinalt dabei, ist sehr selten betrunken und höchstens durch eine rothe Nase gekennzeichnet. Die Charakterköpfe der gepichten Trinker, der haarspaltenden Weingelehrten und Weinkenner, die übrigens doch allesammt mit verbundenen Augen durch die bloße Zunge noch nicht rothen Wein vom weißen unterscheiden können, der Weinpropheten, der Probenfahrer, die von einer Weinversteigerung zur andern bummeln, um sich an den Proben gratis satt zu trinken, finden sich wohl nirgend anders in so frischer Originalität als

im Rheingau. Alle diese Charakterköpfe in ihren unendlichen Spielarten zu der Gruppe einer Weinprobe u. dgl. zusammengefaßt, scheinen gleich denen der Matrosenkneipen bei den alten Holländern, ein stehendes Thema in unserer modernen Genremalerei werden zu wollen."

„Die Chronologie des Rheingauers theilt sich nicht ab nach gewöhnlichen Kalenderjahren, sondern nach Weinjahren. Leider fällt die übliche Zeitrechnung, welche von einem ausgezeichneten Jahrgang zum andern zählt, so ziemlich mit der griechischen Rechnung nach Olympiaden zusammen. Die ganze Redeweise des Rheingauers ist gespickt mit originellen Ausdrücken, die auf den Weinbau zurückweisen. Man könnte ein kleines Lexikon mit denselben füllen. Mehrere der landesüblichen schmückenden Beiwörter des Weines sind ein Gedicht aus dem Volksmunde, in ein einziges Wort zusammengedrängt. So sagt man gar schön von einem recht harmonisch edlen, firnen Trank: „es ist Musik in dem Wein"; ein guter alter Wein ist ein „Chrysam", ein geweihtes Salböl. „Die Blume", „das Bouquett" des Weines sind aus ursprünglich örtlichen Ausdrücken bereits allgemein deutsche geworde. An solch prächtigen poetischen Bezeichnungen für seinen Wein ist der Rheingauer so reich wie der Araber an dichterischen Beiwörtern für sein edles Roß. Aber nicht minderen Ueberfluß hat des Rhein-